

VTT Technical Research Centre of Finland

Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli

Forsström, Juha

Published: 06/05/2019

Document Version
Publisher's final version

[Link to publication](#)

Please cite the original version:

Forsström, J. (2019). *Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tutkimusraportti No. VTT-R-00517-19

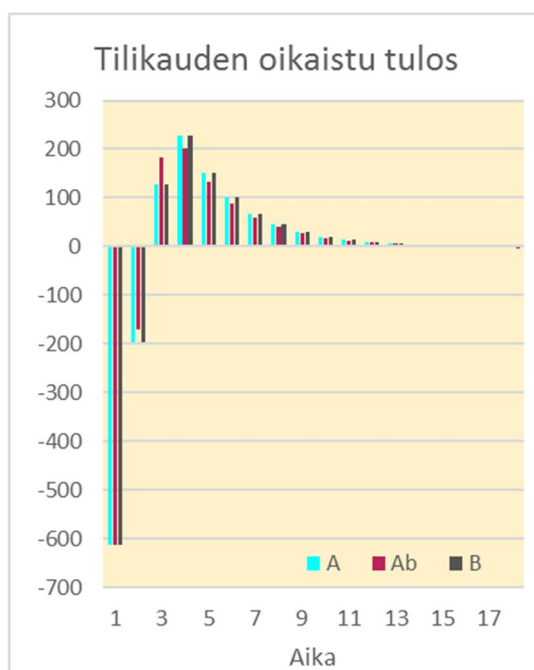


VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000FI-02044 VTT
Finland

By using VTT's Research Information Portal you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.



Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli

Versio 1.1

Kirjoittajat: Juha Forsström

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi: Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot		Asiakkaan viite
Projektin nimi Elec-regulation_method_reform2		Projektin numero/lyhytnimi 117777 /Elec-Rec2
Raportin laatija(t) Juha Forsström		Sivujen/liitesivujen lukumäärä 59/30
Avainsanat Jakeluverkkoyhtiö, valvontamalli		Raportin numero VTT-R-00517-19
Tiivistelmä <p>Sähköverkkotoimiala on suuren investointiaallon keskellä, johtuen lakiin viedystä tavoitteesta parantaa jakelun toimitusvarmuutta. Tähän tavoitteeseen yhtiöt vastaavat muuntamalla ilmajohtoverkkoja maakaapeliverkoiksi. Tarvittavien investointien määrä mitataan miljardeissa euroissa. Koska investoinneilla on vain yksi maksajataho, sähköverkkoon liittynyt asiakas, näyttäytyy toimitusvarmuuden parantaminen väistämättä kansalaisen kukkaroa keventävänä tekijänä.</p> <p>Nykyinen valvontamalli suosii investointeja ja sallii sidotulle pääomalle kohtuullisen tuoton, kun taas muuttuvat kulut se näkee pelkästään osoituksena tehottomuudesta ja vältettävänä kulueränä. Tämän hankkeen pontimina on ollut pyrkimys tehdä mahdolliseksi toimitusvarmuuden parantaminen mahdollisimman edullisin toimenpitein. Jotta myös muuttuvia kuluja synnyttävät toimenpiteet voisivat olla verkkoyhtiölle kannattavia, valvontamalliin on luonnosteltu muutos, joka tekee sen mahdolliseksi.</p> <p>Hankkeessa on laadittu kaikki jakeluverkkoyhtiöt kattava dynaaminen laskentamalli valvontamenetelmän vaikutuksista verkkoyhtiön talouteen ja asiakastariffiin. Laskentamallissa on kolme osaa, moduulia: sähköverkko, valvontamenetelmä ja yhtiön taloudellista tilaa kuvaava kassavirtamoduuli. Laskentaa ajavana voimana toimii valvontamenetelmän kumulatiivisen oikaistun tuloksen yläraja, nollatulok, joka määrittää suurimman mahdollisen vuosittaisen liikevaihdon. Liikevaihto määrittää asiakastariffin tason.</p> <p>Nykyistä valvontamenetelmää on hankkeessa täydennetty muutoksin, jotka tekevät muuttuvia kustannuksia aiheuttavat toimitusvarmuusparannukset kannattaviksi niin verkkoyhtiölle kuin asiakkaallekin.</p>		
Luottamuksellisuus	Julkinen	
Espoo 6.5.2019 Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
Juha Forsström Erikoistutkija		
VTT:n yhteystiedot Juha.Forsstrom@vtt.fi		
Jakelu (asiakkaat ja VTT)		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

Alkusanat

Tämä raportti on syntynyt hankkeessa, jonka tavoite on ollut ymmärryksen lisääminen sähköverkkoyhtiöiden valvontamallin toiminnasta. Erillistarkastelujen sijaan hankkeessa päädyttiin laatimaan yleinen, kaikki jakeluverkkoyhtiöt kattava dynaaminen malli, joka antaa mahdollisuuden yhtiöiden ja valvontamallien vertailuun.

Hanke on toteutettu kahdessa vaiheessa vuosien alkaen vuonna 2017. Projekti syntyi erikoistutkija Sanna Uskin aloitteesta ja rahat hankkeen toteuttamiseen myönsi tutkimuspäällikkö Kari Mäki. Lausun heille suuret kiitokset niin kiinnostavaksi osoittautuneesta aihepiiristä kuin luottamuksesta siihen, että valitulla lähestymistavalla hankkeen tavoitteet saavutetaan.

Espoo 6.5.2019

Tekijä

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
Sisällysluettelo.....	3
1. Johdanto.....	5
2. Laskentamalli.....	5
3. Laskentamallin kiinnittäminen nykytilanteeseen	7
3.1 Verkon komponentit ja yksikkökustannus.....	7
3.2 Verkon kehitysohjelma ja KAH-kulujen malli	9
3.3 OPEX-kulujen malli.....	10
4. Kustannusrakenneneutraali valvontamalli	10
4.1 Lokaalikannustin	10
4.2 Sallitut opex-kustannukset	12
4.3 Valvontamallin lisämoduuli.....	14
5. Valvontamallien vertailuasetelma	14
5.1 Valvontamallit ja toimenpiteet	14
5.2 Laskennan eteneminen.....	15
6. Valvontamallien vertailu vuosikustannusten ollessa samat	15
6.1 Verkkomodulin tuloksia	15
6.1.1 Investointiohjelmat	15
6.1.2 Verkon kehittyminen	16
6.2 Pitkä aikaväli, liikevaihto ja asiakastariffi	17
6.3 Valvontamodulin tuloksia	18
6.4 Kassavirtamodulin tuloksia.....	21
7. Erilaisia tapauksia	23
7.1 OPEX-osuus 0% tai 100%	23
7.2 Entä jos tariffia ei voikaan nostaa suunnitellusti?	25
7.3 Edullisemmat toimenpiteet.....	26
8. Huomioita mukautuksesta.....	27
Liitteet /Lähdeviitteet.....	29
LIITE A Mallin kuvaus	30
1. Verkkomoduli	30
1.1 Verkon komponentit ja yksikkökustannus.....	30
1.2 Verkon kehitysohjelma.....	32
1.3 Kehitysohjelman toteuttaminen	32
1.3.1 Verkkokilometrit ikäluokittain lähtötilanteessa	33
1.3.2 Verkon rakenne	33
1.3.3 Verkkokilometrit yli ajan	34
1.3.4 Verkon kehittyminen yli ajan	35
1.4 KAH-kustannusten malli.....	39
1.5 OPEX-kulujen malli.....	43
2. Valvontamenetelmämoduuli.....	44

2.1	Vastaavaa.....	45
2.2	Vastattavaa.....	47
2.3	Tuloslaskelman oikaisu ja oikaistun tuloksen laskenta.....	48
2.3.1	Liiketulos.....	48
2.3.2	Liiketulokseen palautettavat tilinpäätöksen erät	48
2.3.3	Kannustimet nykyisessä valvontamallissa.....	49
2.3.4	Investointikannustin	50
2.3.5	Laatukannustin	50
2.3.6	Tehostamiskannustin	51
2.3.7	Kustannusrakenneneutraalin valvontamallin kannustimet	52
2.3.8	Toteutunut oikaistu tulos	53
2.3.9	Kohtuullinen tuotto	53
3.	Mallin taloudellinen toimintaperiaate	54
4.	Kassavirtamoduuli.....	55
4.1	Vapaa kassavirta	55
4.2	Lainadynamiikka	57
5.	Talouden tunnusluvut.....	58

1. Johdanto

Nykyinen investointiaalto sähköön jakeluverkkoon johtuu lakiin perustuvasta toimitusvarmuus-tavoitteen täyttämisestä. Lain mukaan taajama-alueella keskeytysten tulee jäädä alle 6 tuntiin ja haja-asutusalueella alle 36 tuntiin vuoteen 2028 mennessä rakentamalla riittävä määrä sää-varmaa verkkoa tai vastaavia toimenpiteitä toteuttamalla.

Jakeluverkkoyhtiöiden toimintaa ohjataan valvontamallilla¹. Se kannustaa välttämään operatiivisia kuluja ja sallii sidotulle pääomalle kohtuullisen tuoton. Olisiko mahdollista päästä edullisempaan kokonaistulokseen, jos kaikkia kulueriä tarkasteltaisiin yhdenveroisina? Analogia löytyy sähköön tuotantomuotojen hintavertailusta, jossa vertailusuurena käytetään pitkän aikavälin marginaalisia tuotantokustannuksia tuotettua energiayksikköä kohti: Tuotteen yksikkökustannus ratkaisee, ei kustannusrakenne.

Koska sähköjakelussa on kyse monimutkaisesta vuorovaikutusten kentästä, niin vain mallilaskelmin avulla on mahdollista selvittää, miten asiakkaan maksama tariffi toimitusvarmuuden parantamisen seurauksena muuttuu ja miten eri yhtiöiden talous kehittyy tavoitteen toteuttamisen polulla. Sen vuoksi asiaa tutkitaan tätä tarkoitusta varten laaditulla laskentamallilla.

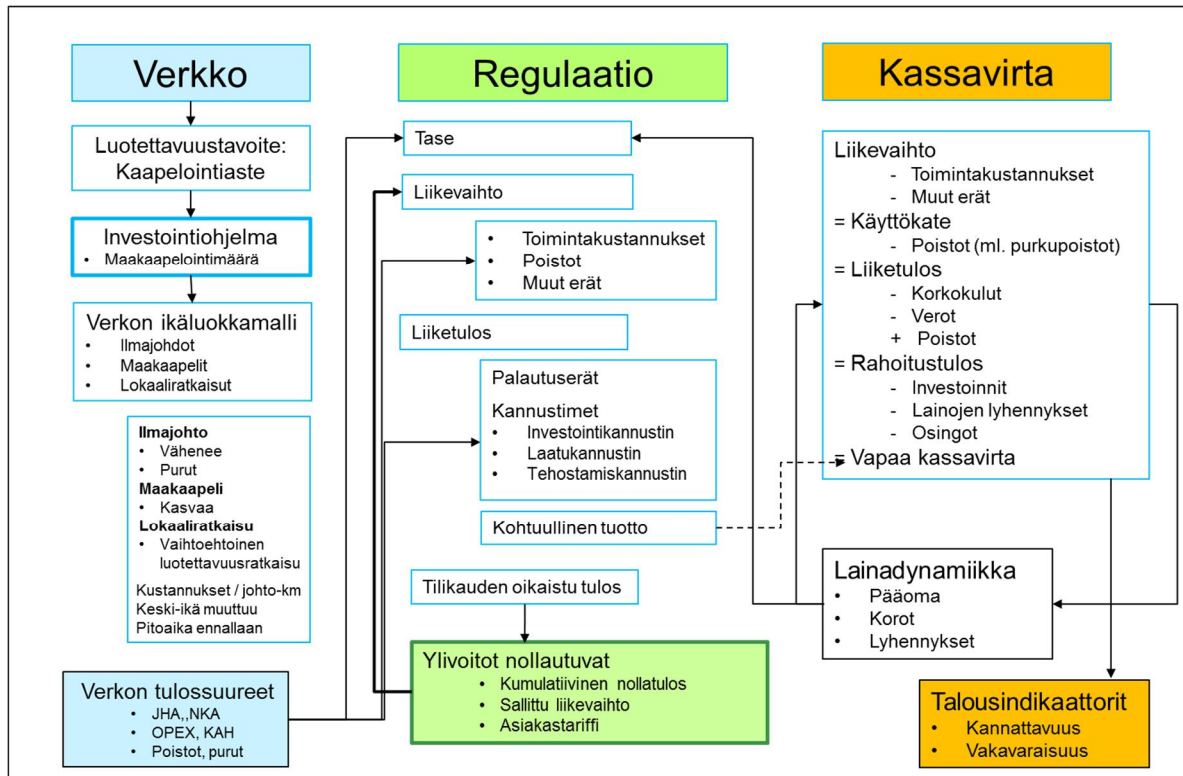
Jotta jakeluverkon riittävä toimitusvarmuus olisi mahdollista toteuttaa mahdollisimman alhaisin asiakastariffein jakeluyhtiön taloutta vaarantamatta, täytyisi nykyistä valvontamallia jollain tavalla muuttaa. Käsillä oleva raportti tarjoaa yhden mahdollisen tavan kehittää valvontamallia kuvattuun suuntaan täydentämällä sitä yhdellä kannustimella. Muutoksen jälkeen toimenpiteiden kustannukset voivat olla sekä määrältään että rakenteeltaan nykyisistä kaapeli-investoinneista poikkeavia ja silti kaikille osapuolille taloudellisesti kannattavia.

Tässä hankkeessa kunkin yhtiön lähtötilanteeksi otetaan vuoden 2016 tilanne ja vuoden 2028 toimitusvarmuustavoite muotoillaan mallilaskentaa varten kaapeliosuuden minimiarvoksi. Näin määritelty tavoite soveltuu mallilaskentaan. Osalla yhtiöistä on jo nykyään vuoden 2028 kriteerit täyttävä jakeluverkko, joten nämä yhtiöt tekevät muutosjakson aikana ainoastaan verkon ylläpitoinvestointeja.

2. Laskentamalli

Laskentamallin perusta on Energiaviraston (EV) vapaasti saatavilla oleva kohtuullisen tuoton laskenta -taulukkolaskentamalli, joka on laadittu yhden jakeluverkkoyhtiön vuosittaiseen tarkasteluun. Se on tässä laajennettu kaikki verkkoyhtiöt huomioivaksi pitkän aikavälin laskenta-kehikoksi. Kokonaiskuvan saamiseksi tarvitaan vielä sekä sähköverkon ajallisen kehittymisen kuvaava verkkomoduuli että verkkoyhtiön taloudellista tilan kuvaava kassavirtamoduuli. Teknistaloudellinen laskentamalli, regulaatiomalli, koostuu siten kolmesta osasta, kuva 1. Lähtötietokanta kattaa kaikki jakeluverkkoyhtiöt.

¹ Energiavirasto. 2015. Sähköön jakeluverkkotoiminta. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016-31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020-31.12.2023 valvontajaksolla.



Kuva 1. Laskentamallin rakenne. Keskeiset mallin vuorovaikutukset on merkitty nuolin. Vahvennetusti kehystetyt (investointiohjelma, ylivoitot nollautuvat) osiot ovat laskentaa eteenpäin vieviä ajureita.

Verkkomoduuli kuvaa sähköverkon kehityksen yli ajan. Laskentamallissa toimitusvarmuus on kytkettävä sellaiseen verkon piirteeseen, johon verkkoon tehtävällä toimenpiteellä (kaapeli-investointi, huoltotoimenpide, tms.) voidaan vaikuttaa. Käytössä olleen datan perusteella toimitusvarmuus voidaan kykeä kaapelointiasteeseen, ts. kaapeliverkon osuuteen koko verkosta². Kun tiedetään yhtiön lähtötilanne ja maakaapeliosuuden vaikutus toimitusvarmuuteen, niin voidaan laatia toimenpideohjelma tavoitteen saavuttamiseksi vuoteen 2028 mennessä tasaisen vauhdin periaatteen mukaisesti. Laaditun investointiohjelman toteuttaminen tuottaa tulokseksi verkon, jonka toimitusvarmuus täyttää lain vaatimukset. Samalla lasketaan verkon jälleenhankinta-arvo, JHA, tasapoistot, TP, ja komponenttikohtainen keski-ikä. Verkkokomponenttien pitoaikojen ei oleteta muuttuvan. Näillä tiedoilla voidaan verkon nykykäyttöarvo, NKA, laskea. Tämä arvo siirtyy regulaatiomoduulin taseeseen. Verkon rakenne vaikuttaa myös toimintakulujen, OPEX, ja keskeytyksistä syntyvien haittojen, KHA, arvoihin. Ne, samoin kuin tasapoistot, siirtyvät regulaatiomoduulin kannustinlaskentaan.

Regulaatiomoduuli on Energiaviraston käyttämän valvontamallin mukainen kokonaisuus. Valvontamalli lähtee liikkeelle liiketuloksesta, johon päädytään, kun liikevaihdosta vähennetään muuttuvat kulut ja poistot. Tähän liiketulokseen palautetaan ensin tietyt tuloslaskelman erät, siihen lisätään kannustimien arvot ja lopuksi siitä vähennetään pääoman kohtuullinen tuotto. Jos näin saatu oikaistu tulos on positiivinen, niin se tarkoittaa, että asiakstariffi (liikevaihto) on liian suuri. Luovutetun energiamäärän pysyessä muuttumattomana, on liikevaihdon suhteellinen muutos sama kuin tariffimuutos. (Valvontamallissa tätä tarkastellaan neljän vuoden jaksoissa, ei yksittäisinä vuosina.) Negatiivinen tulos tarkoittaa, että tariffia voi korottaa. On huomattava, että valvontamallin antama tulos on ”oikaistu”, eli se ei kerro yhtiön todellisesta taloudellisesta tilasta – tarkoituksena on määrittää asiakstariffin taso (liikevaihto).

² Ks. Liite A.

Valvontamalliin näennäisesti kuulumaton lisäosa on kuvassa 1 näkyvä alimmainen laatikko: **Ylivoitot nollautuvat**. Pitkällä aikavälillä (vuoteen 2033 ulottuvalla jaksolla) yhtiön toimintaa ajaa vaatimus valvontamallin mukaiseen kumulatiiviseen nollatulokseen³. Tällöin ei ole tarvetta nostaa eikä laskea asiakastariffia: ei synny ylivoittoa, eikä tariffissa ole nostovaraa. Pääoman kohtuullinen tuotto on suurin pääomalle sallittu korvaus, eli ylivoittojen kumulatiivisen summan on oltava nolla.

Kassavirtamoduuli kuvaa verkkoyhtiön taloudellisen tilan. Moduulissa päätetään mm. vuosittain tarvittavan lainan määrä. Korolliset lainat siirretään valvontamoduulin taseeseen. Osingon maksun jälkeen jäljelle jäävä mahdollinen positiivinen kassavirta voitaisiin jakaa esim. ylimääräisenä osinkona, mutta laskennassa se siirretään seuraavan vuoden pohjakassaksi, jolloin se on käytettävissä mm. investointeihin. Yhtiön taloudellista tilaa kuvataan tunnusluvuin. Kiinnostavimmat niistä kuvaavat kannattavuutta ja yhtiön rahoitusasemaa – mahdollisuutta saada lainaa investointien toteuttamiseen.

3. Laskentamallin kiinnittäminen nykytilanteeseen

Tässä luvussa esitellään verkkomoduulin keskeiset osat. Tarkempi kuvaus on liitteessä. Verkot jaetaan ilmajohtoverkkoihin ja maakaapeliverkkoihin. Kaapelointikustannusten ja keskeytysten määrän kannalta on merkitystä sillä, kaapeloidaanko pien- vai keskijänniteverkkoa. Tämä suhde on kunkin yhtiön vuoden 2016 tilanteen mukainen, eikä sitä muuteta tarkastelun aikana. Kaapeloinnin määrän kuvaamiseen riittää silloin kokonaiskaapelointiaste. Ilmajohto- ja kaapeliverkkojen kustannussuhde määritetään erikseen taajama- ja haja-asutusalueille.

3.1 Verkon komponentit ja yksikkökustannus

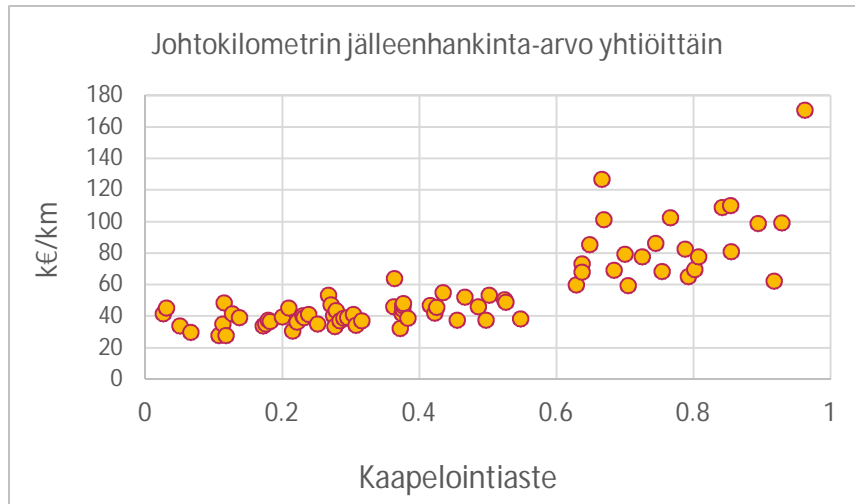
Verkon hankintakustannus on keskeinen tariffin ja jakeluyhtiön talouden määrittäjä. Valvontamalliin kuuluu osana kattava komponenttihintojen päivittyvä luettelo. Mallissa ei sellaiseen yksityiskohtien runsauteen ole mahdollista mennä – varsinkaan, kun yhtiökohtaisia lähtötietoja ei ole saatavilla. Tietoa sen sijaan on seuraavista kokonaisuuksista: verkon jälleenhankinta-arvo, JHA, verkon nykykäyttöarvo, NKA, keski-ikä, pitoaika, tasapoisto, johtopituus. Näitä tietoja käytetään täysimääräisesti hyväksi.

Kustannusmielessä mallissa erotellaan ilmajohdot ja maakaapelijohdot. Yksikköhintana käytetään johtokilometrin hintaa. Se sisältää kaikki toimivan verkon tarvitsemat komponentit. Erottelu ilmajohdon ja maakaapelin hinnan välillä on kuitenkin tarpeen tehdä vaihtoehtoisten investointitapojen kannattavuuden arvioimiseksi – maakaapelointihan on luotettavuuden perusvaihtoehto. Johtokilometrin keskihinta lasketaan jakamalla verkon jälleenhankintahinta, JHA, johtopituudella, S, siis

$$h_{ka} = JHA / S$$

Kuvassa 2 datapisteet on laskettu kaikille jakeluverkkoyhtiölle tämän kaavan mukaan. Aineisto jakautuu mielenkiintoisesti kahteen osaan.

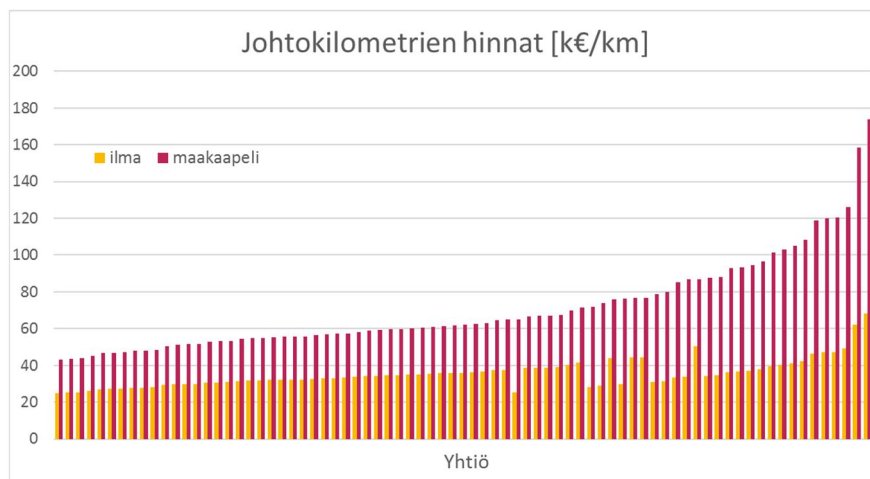
³ Tietenkin oikaistu tulos voi olla pysyvästi negatiivinen, jos yrityksen todellinen tila sen kestä. Mutta jatkuvasti ylijäämäinen tulos ei ole sallittu, joten nollatulokseen (ei ylivoittoja) on valvontamenetelmän mukainen paras mahdollinen sallittu tulos pitkällä aikavälillä.



Kuva 2. Johtokilometrin keskihinta kaapelointiasteen funktiona. Aineisto on selkeän kaksijakoinen ja tätä kaksijakoisuutta aineiston tulkintakin seuraa.

Kuvan 2 perusteella haja-asutusalueilla ja taajamissa on toisistaan poikkeava kustannus rakenne eli ilmajohtojen ja maakaapeleiden kustannusten suhde, joka oletetaan ryhmäkohtaiseksi vakioksi. Sen vuoksi ryhmiä tarkastellaan erikseen. Maakaapelin ja ilmajohtojen kustannussuhteeksi saadaan haja-asutusalueilla 1,72 ja taajamissa 2,55. Taajamissa kaapelointi on siis haja-asutusalueita kalliimpaa.

Vuoden 2016 datojen perusteella päädytään seuraaviin johtokilometrihinnoihin, kun tulokset on järjestetty maakaapelikilometrin mukaiseen suuruusjärjestykseen:



Kuva 3. Yhtiökohtaiset johtokilometrikustannukset. Kuvan mukaan ilmajohtokilometrit ovat joissain taajamissa edullisempia kuin haja-asutusalueilla ja sama pätee maakaapelien suhteen.

Haja-asutusalueiden mediaaniarvot ovat 32 ja 57 k€/km ilmajohtojen ja maakaapeleiden. Taajamissa vastaavasti 40 ja 94 k€/km. Koko aineiston mediaaniarvot ovat: Ilmajohto 34 k€/km ja maakaapeli 62 k€/km. Jarmo Partanen päätyi komponenttihinnoista lähtevässä arviointaan⁴ seuraaviin (kuvaaviin/keskimääräisiin) lukuihin: Ilmajohto 33,4 k€/km ja maakaapeli 62,5 k€/km. Tulos on siis sama lähdettiinä komponenttihinnoista tai kokonaissuureista.

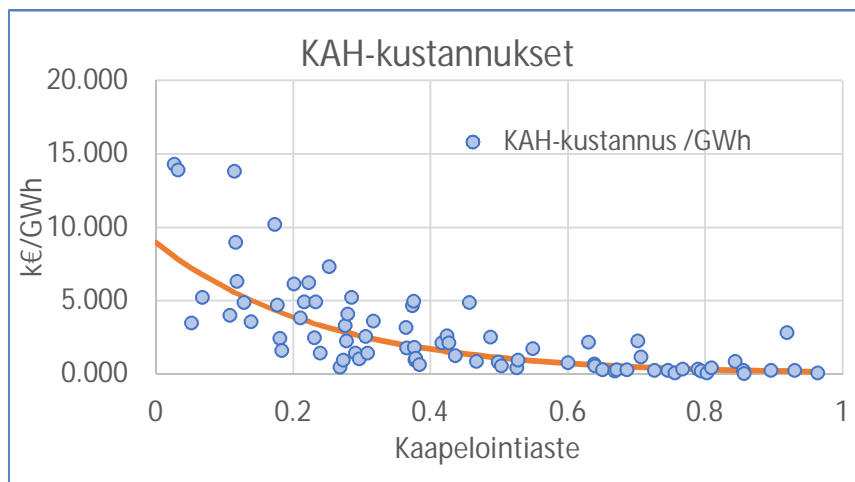
⁴ Jarmo Partanen, Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 43/2018.

3.2 Verkon kehitysohjelma ja KAH-kulujen malli

Malli laatii verkon kehitysohjelman käyttäjän antaman tavoitteen mukaan. Tavoite määritellään säävarman verkon osuutena koko verkosta. Ohjelma toteutetaan 12 vuodessa. Kehitysohjelma laaditaan seuraavasti: vuoden 2016 säävarman verkon osuuden ja tavoiteosuuden erotus jaetaan ohjelman pituudella, jolloin saadaan vuosittain säävarmaksi muutettavan verkon pituus. Se toteutetaan investoimalla joko kaapelointiin tai vaikkapa siirtämällä ilmajohtot metsästä tien viereen. Viimemainitussa tapauksessa oletetaan, että verkon pituus kasvaa kaapelointikustannuksen verran, eli samaa kustannusta voidaan käyttää molemmissa tapauksissa.

Tälle verkkoinvestoinnille laaditaan myös vaihtoehtoinen suunnitelma. Sen avulla selvitetään, miten nykyinen regulaatiomalli kohtelee toisenlaisia luotettavuuden toteutustapoja. Näitä tapoja ei teknisessä mielessä yksilöidä, vaan niitä tarkastellaan pelkästään erilaisina kustannusrakenteina. Käytännössä niitä voisivat olla esimerkiksi akkujen käyttö, paikallistuotanto esim. dieselillä häiriötilanteissa, huoltosopimus johtokatuja jatkuvaan ylläpitoon jne.

Ohjelman toteuttaminen parantaa verkon toimitusvarmuutta, mikä tarkoittaa, että keskeytyksistä aiheutuvat haittakustannukset, KAH-kulut, pienenevät. Valvontamalliin kuuluu toimitusvarmuuskannustin, jonka arvo lasketaan KAH-kulujen perusteella. Sen vuoksi malliin laaditaan mekanismi, joka kuvaa kaapelointiasteen ja KAH-kulujen suhteen. Energiaviraston julkaisemien tilastojen perusteella on laskettu Kuva 4:n mukainen yhtiöitä kuvaava pisteistö ja dataan sovitettu malli:



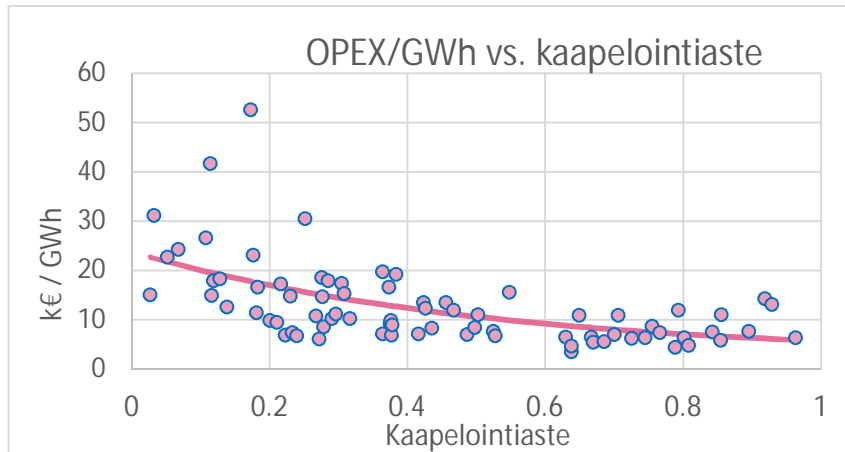
Kuva 4. KAH-kustannus kaapelointiasteen funktiona ja aineistoon sovitettu malli.

Kuva 4:n mukaan KAH-kustannukset lähestyvät nollaa kaapeloinnin myötä. Jos esimerkiksi lähtötilanne kaapelointiasteelle on 0,3 ja toimitusvarmuustavoite toteutuu kaapelointiasteella 0,65, niin tavoitteessa KAH-kulut ovat pienentyneet neljännekseen lähtötilanteen tasosta.

Jos tarkastellaan vain 0,6 ylittävää kaapelointiastetta, niin KAH-kustannuksissa ei juurikaan tapahdu enää laskua kaapelointiasteen kasvun myötä. Sen mukaan kaapelointiasteella kuvattun toimitusvarmuustavoitteen voi asettaa esimerkiksi arvoon 0,6. Yhtiöt, joilla kaapelointiaste ylittää jo alkutilanteessa tuon lukeman, tekevät tarkastelujaksolla vain ylläpitoinvestointeja. Muut yhtiöt kaapeloivat, tai tekevät muita vastaavia luotettavuutta lisääviä toimia aina 60 % kaapelointiastetta vastaavaan luotettavuuteen saakka.

3.3 OPEX-kulujen malli

Kaapelointiaste vaikuttaa jakelun OPEX-kuluihin Kuva 5:n mukaisesti Energiaviraston julkaisemien tietojen perusteella.



Kuva 5. Normeerattujen OPEX-kulujen ja kaapelipotentiaalin yhteys.

Kaapelointiaste selittää kuvan perusteella hyvin OPEX-kulujen muutosta. Aineistoon sovitettu käyrä muodostaa funktion, jonka perusteella yhtiön OPEX-kulujen muutos huomioidaan investointiohjelman toteutuessa.

4. Kustannusrakenneneutraali valvontamalli

Nykyinen valvontamalli ei tunnista jakelun luotettavuutta parantavia muuttuviin kuluihin painotuvia toimenpiteitä hyödyllisiksi, vaan rankaisee niistä, koska se tulkitsee käyttökulujen edustavan tehottomuutta. Tässä työssä mukautetaan valvontamallia siten, että se kohtelee kaikkia luotettavuutta parantavia toimenpiteitä samanarvoisesti kustannusrakenteesta riippumatta.

4.1 Lokaalikannustin

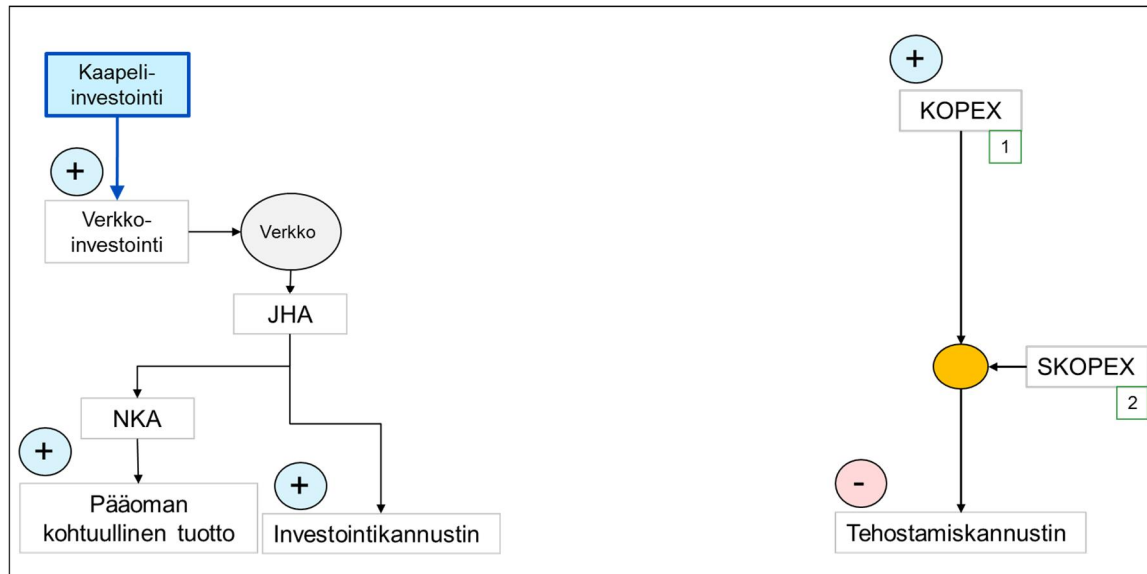
Verkkoinvestoinnin sijaan toimitusvarmuutta parantavaa toimenpidettä nimitetään lokaaliksi tai paikalliseksi toimenpiteeksi. Sen teknisiä piirteitä ei ole tarpeen määritellä, sillä toimenpiteen oleellinen piirre on kustannusrakenne: muuttuvien vuosikulujen osuus saa vaihdella välillä 0% - 100%.

Jos lokaali toimenpide toteutetaan investoinnilla, niin investointi käsitellään normaaliin tapaan. Mutta jotkut ajateltavissa olevat toimenpiteet lienevät sellaisia, joita nykymalli ei hyväksy. Esimerkki tällaisesta lokaali-investoinnista voisi olla tuotanto-osuuden osto paikallisesta pienvoimalaitoksesta, jolla turvataan tuotantolaitoksen lähialueen sähkön saanti verkkohäiriön aikana. Verkkoyhtiö osallistuisi energian tuotantoon vain verkon toimitushäiriön aikana, joten sen kannalta ei kyse olisi energian tuotannosta sinänsä, vaan sähkön toimituksen varmistamisesta vaihtoehtoisella tavalla.

Tässä ollaan kiinnostuneita erityisesti toimenpiteistä, jotka ovat kaapeli-investointeja edullisimpia. Edullisuus tarkoittaa sitä, että niiden toteuttamisen vuosikustannus jää vastaavan kaapelivaihtoehdon vuosikustannuksia pienemmäksi. Vertailun kannalta tärkeä tapaus on kustannusten yhtäsuuruus, koska silloin paljastuu mallien erot.

Nykyinen valvontamalli sallii verkkoon kohdistuville investoinneille kohtuullisen tuoton verkkoon sitoutuneen nykykäyttöarvoon, NKA, pohjautuen. Sen lisäksi se kannustaa investointeihin investointikannustimella. Sen arvo lasketaan jakamalla verkon jälleenhankinta-arvo, JHA, verkon pitoajalla. Yhtiöitä kannustetaan tehostamaan toimintaansa asettamalla muuttuvien kustannusten määrälle sekä yleinen että yhtiökohtainen tehostamistavoite. Yhtiökohtainen tehostamistavoite määräytyy vertaamalla kutakin yhtiötä vastaavanlaisiin yhtiöihin. Jos kustannukset ylittävät tavoitearvon, siitä seuraa taloudellinen sanktio ja alituksesta vastaavasti taloudellinen hyöty.

Kuva 6 esittää nykymallin peruselementit.

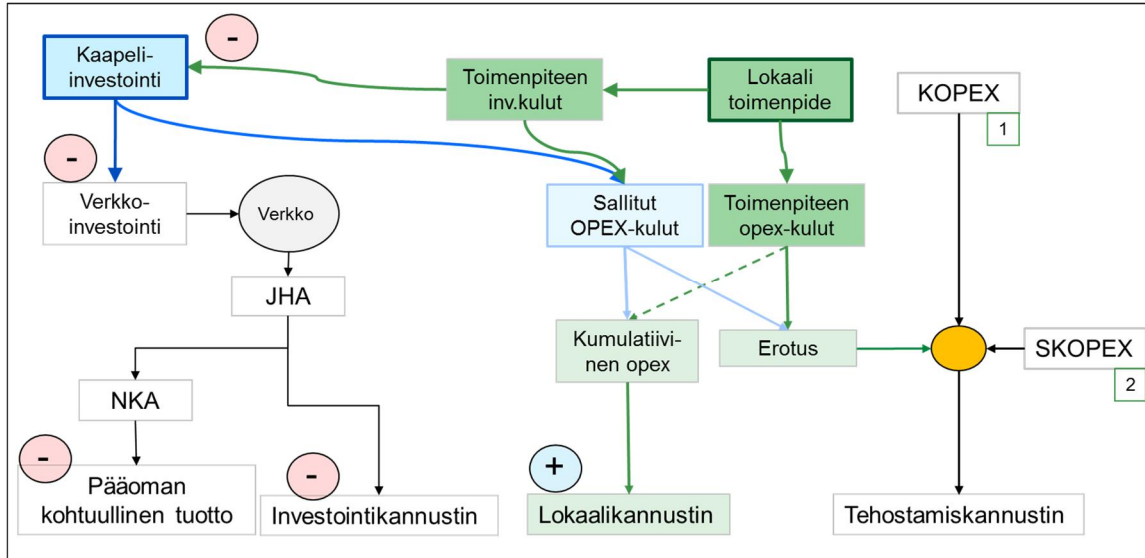


Kuva 6. Nykymallin toimintaperiaate. Investoimalla verkkoon kasvatetaan verkon jälleenhankinta-arvoa, JHA, ja sitä kautta investointikannustimen arvoa. Samalla verkon nykykäyttöarvo, NKA, kasvaa kasvattaen pääoman kohtuullista tuottoa. Sen sijaan kontrolloitavissa olevien opex-kulujen (KOPEX, [1]) kasvusta rangaistaan tehostamiskannustimella (SKOPEX=sallitut kontrolloitavissa olevat OPEX-kulut, [2]).

Valvontamallin mukautus muuttaa sen kustannusrakenneneutraaliksi, jolloin kustannusten kokonaismäärä ratkaisee, ei niiden jakautuminen kiinteisiin tai muuttuviin eriin. Vertailu tehdään vuosikustannuksina. Kun kahden eri toimenpiteen vuosikustannukset ovat samat, ne tuottavat valvontamallissa saman tuloksen. Se tarkoittaa samaa sallittua liikevaihtoa ja sen seurauksena asiakastariffia.

Jos investoinnin sijaan toteutetaan muuttuvia kustannuksia aiheuttavia toimenpiteitä, investointikannustimen arvo pienenee ja verkon arvon perusteella laskettava pääoman kohtuullinen korvaus pienenee myös nykyisen valvontamallin mukaan toimittaessa. Sen lisäksi muuttuvien kulujen kasvusta rangaistaan tehostamiskannustimella.

Tilanteen oikaisemiseksi Kuva 6:n vasemman ja oikean puoliskon väliin sijoitetaan täydennysosa, joka muuttaa kokonaisuuden toimintaa. Kun kaapeli-investoinnin sijaan tehdään lokaali toimenpide, joka tuottaa myös muuttuvia kuluja, se aiheuttaa muutoksia valvontamallin lopputulokseen, Kuva 7.



Kuva 7. Täydennetty valvontamalli. Kun verkkoon tehtävä investointi korvataan opex-kuluja tuottavalla toimenpiteellä pienenevät nykymallin kannustimet. Niitä osittain korvaa uusi lokaalikannustin. Kasvaneet opex-kulut huomioidaan tehostamiskannustimen laskennassa vain, mikäli ne poikkeavat asetetusta tavoitearvosta. Katkoviiva kuvaa mahdollista vaikutusta.

Kuvan 7 sininen nuoli kaapeli-investoinnista sallittuihin opex-kuluihin kuvaa sitä, että opex-kulujen tavoitearvo määräytyy vältetyn investoinnin vuosikustannuksen perusteella. Toteutuneiden ja sallittujen opex-kulujen erotus lisätään nykymallin mukaisiin kohtuullisiin opex-kuluihin ja sen jälkeen jatketaan kuten nykyisessä valvontamallissa.

Lokaalin toimenpiteen investointikustannus tulkitaan verkkokomponentiksi ja se käsitellään valvontamallissa tavalliseen tapaan. Muuttuvien kustannusten osuus voi vaihdella nollasta sataan prosenttiin. Muuttuvia kuluja voidaan käsitellä investointina, kunhan ne ensin muutetaan pääoma-arvoksi. Se tapahtuu laskemalla tulevan kustannusvirran nykyarvo yli toimenpiteen pitoajan (sopimusajan), T_L . Tätä synteettistä pääomaa ei voi kuitenkaan tulkita verkkokomponentiksi, joten se muodostaa oman pääomaluokkansa, jota ei huomioida pääoman kohtuullista tuottoa laskettaessa. Mutta siitä muodostetaan investointikannustimen kaltainen kannustin, **lokaalikannustin**⁵, joka tasoitetaan toimenpiteen pitoajalle verkon pitoajalla, T_f .

Kun merkitään sallittujen opex-kuluvirran nykyarvoa (pääoma-arvoa) K_{OPEX} , niin voidaan kirjoittaa

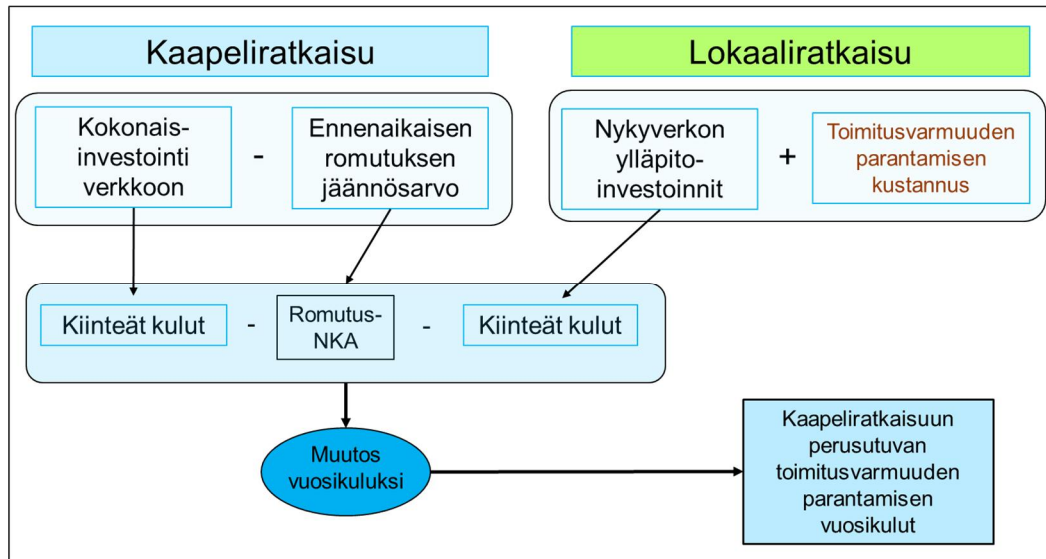
$$\text{Lokaalikannustin} = \frac{K_{OPEX}}{T_f}$$

Toteutuvat poikkeamat vertailuarvosta kustannusnousujen ja -laskujen vuoksi eivät muuta lokaalikannustimen arvoa. Vuosittaiset erot sallittujen ja toteutuvien kulujen välillä vaikuttavat tehostamiskannustimen kautta. Jonkinlainen päivitysmekanismi lokaalikannustimen arvon mukauttamiseen sopimusjakson aikana ehkä kuitenkin tarvitaan, jotta kontrolloimattomien syiden vaikutus voidaan kompensoida.

4.2 Sallitut opex-kustannukset

Toimitusvarmuuden parantamisen kustannusvertailua havainnollistaa Kuva 8.

⁵ Tarkemmin liitteessä.



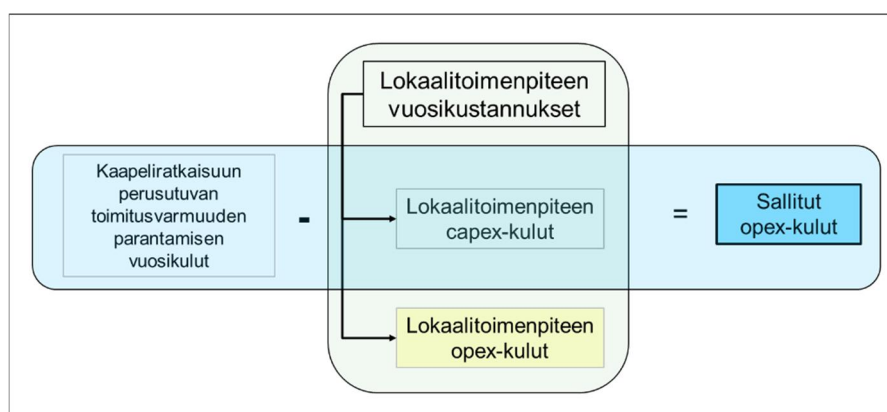
Kuva 8. Kaapeliratkaisun toimitusvarmuuden parantamisen vuosikustannuksen laskenta, kun tarkoituksena on verrata sitä lokaaliratkaisuun.

Jos ennenaikaisen romutuksen arvo lisätään toimitusvarmuuden kustannukseksi (kuten se perustellusti voitaisiin tehdä), niin sen seurauksena lokaaliratkaisuun perustuva verkon nykyarvo, NKA, kehittyisi kaapeliratkaisua suuremmaksi tilanteessa, jossa sn kustannukset muodostuisivat pelkästään investoinnista. Tässä on valittu kuvan 8 osoittama tapa siksi, että verkon NKA (pääomakorvauksen laskentaperusta) kehittyy samalla tavalla perustuipa toimitusvarmuuden parannusinvestointi joko kaapeliin tai lokaaliratkaisuun.

Sallitut opex-kulut, Sopex, lasketaan seuraavasti (Kuva 9 esittää saman asian):

$$TVP = Sopex + a_L \cdot I_L \Leftrightarrow Sopex = TVP - a_L \cdot I_L = TVP - capex$$

TVP = toimitusvarmuuden parantamisen vuosikulut; $Sopex$ = sallitut opex-kulut, a_L = annuiteettikerroin, I_L = lokaali-investointi.



Kuva 9. Toimitusvarmuuden parantamisen kustannus ja sallitut opex-kulut.

Kuvien 7-9:n mukaan *sallitut* opex-kulut lasketaan kaapelitapauksen perusteella ja *toteutuvia* opex-kuluja verrataan niihin. Erotus (positiivinen tai negatiivinen) tulkitaan nykymallin opex-kuluiksi ja se lisätään niihin. Lokaalikannustin lasketaan sallittujen opex-kulujen perusteella.

4.3 Valvontamallin lisämoduuli

Nykyinen valvontamalli täydennetään lisäämällä lokaalikannustin ja mukauttamalla nykyinen tehostamiskannustin:

- Toimitusvarmuuden parantamisesta syntyvät muuttuvat kulut **kapitalisoidaan**, eli muutetaan (synteettiseksi) pääoma-arvoksi, summaamalla diskontattu muuttuvien kustannusten virta yli ajan. Sen perusteella lasketaan **lokaalikannustin** investointikannustimen tapaan tapaan;
- **Tehostamiskannustimen** KOPEX-arvoon lisätään investointeja korvaavien toimenpiteiden muuttuvat kustannukset siltä osin, kun ne poikkeavat vertailuarvosta, joka lasketaan korvautuvan investoinnin vuosikustannusten perusteella.

Näillä muutoksilla toimitusvarmuutta parantavien toimien muuttuvat kustannukset eivät muodosta pelkästään taloudellista rasitetta, vaan ne vertautuvat investointikustannuksiin. Kustannusten suuruus on oleellista, ei se, onko kustannus kiinteä, eli investoinnista aiheutuva, vai muuttuva, eli käytön määrään liittyvä. Tehtyjen muutosten vaikutuksia tarkastellaan seuraavassa luvussa.

5. Valvontamallien vertailuasetelma

Ehdotettujen muutosten vaikutuksia verrataan seuraavassa nykyiseen valvontamalliin esimerkkitapausten avulla.

5.1 Valvontamallit ja toimenpiteet

Vertailun perustapaus, Kuva 10, muodostuu nykyisestä valvontamallista ja verkkoyhtiön strategiasta A, jossa toimitusvarmuus nostetaan lain vaatimalle tasolle kaapeli-investoinnein. Kun nykyinen valvontamalli täydennetään esitetyin muutoksilla, niin verkkoyhtiö valitsee silloin toimintatavakseen strategia B:n, jossa toimitusvarmuutta parannetaan lokaalein toimenpitein. Tapaus Ab:ssä sovelletaan nykyistä valvontamallia, mutta toteutetaan B-tapauksen toimenpiteet. Tapaus osaltaan konkretisoi valvontamallien eroja.



Kuva 10. Vertailutapaukset.

Valvontamallin muutosten vaikutuksia tarkastellaan vertaamalla sen tuottamia tuloksia nykyiseen valvontamenetelmään erään verkkoyhtiön tapauksessa. Verkkoinvestoinnin pitoaika on

31 vuotta valitun esimerkkiyhtiön mukaisesti. Lokaalitoimenpiteiden pitoaika on 10 vuotta. Pitoajan lyhennys antaa mahdollisuuden verkkoyhtiölle katsoa, miten kulutus jollain verkonosalla kehittyy ennen raskaan investoinnin toteuttamista. Myöhemmin toteutettuna se voidaan mahdollisesti toteuttaa kapasiteetiltaan pienempänä tai ehkä se voidaan jopa kokonaan välttää, jos kulutus hiipuu tai muita ratkaisuvaihtoehtoja ilmenee.

5.2 Laskennan eteneminen

Yhtiölle laaditaan tasaisella vauhdilla etenevä toimitusvarmuuden kehitysohjelma, jonka mukaisesti toimenpiteet toteutetaan. Ohjelman toteutuksen aikana verkon pituus säilyy ja lain määrittelemä toimitusvarmuustaso saavutetaan 12 vuodessa (vuoteen 2028 mennessä) kasvattamalla säävarman verkon osuutta. Sen jälkeen siirrytään verkon ylläpitovaiheeseen.

Malli tavoittelee yrityksen parasta mahdollista tulosta. Se on tilikauden oikaistu kumulatiivinen nollatulos tarkastelujakson aikana. Nollatulos tarkoittaa, että ylivoittoa ei synny – pääomalle maksetaan vain määritelty kohtuullinen korvaus. Ohjausmuuttujana on liikevaihto. Liikevaihdon vuosittaista kasvua rajoittaa voimassa oleva 15 % rajoitus vuotuisesta tariffinoususta. Jos asiakastariffiin vuotuinen maksimikasvu asetetaan pienemmäksi kuin lain sallima 15 %, se voi estää nollatuloksen saavuttamisen. Tästä on esimerkkilaskelma raportin lopussa. Sallittu liikevaihto (asiakastariffi) ei automaattisesti asetu vuosittaiseen maksimimäärään, vaan sen taso määräytyy ylivoittojen nollatulostavoitteesta. Nollatulos on siis tavoite ja liikevaihto on ohjausmuuttuja, jota asettelemalla tavoite saavutetaan.

Mallin dynamiikka, siis vuosia toisiinsa sitova tekijä, syntyy valvontamallin tilikauden tulokselle asetetusta (implisiittisestä) nollatavoitteesta. Nykymallissa yli- ja alijäämää tarkastellaan neljän vuoden jaksoissa. Ylijäämä täytyy palauttaa asiakkaille seuraavan nelivuotisjakson aikana. Tosiasiallinen tavoite pitkällä aikavälillä on tällöin nollatulos, koska pääoman kohtuullinen tuotto on yrityksen kannalta kuluerä. Nollatuloksen saavuttaminen on laskentamallin keskeinen asiakastariffiin vaikuttava tekijä.

Luvussa 6 otetaan tarkasteluun tapaus, jossa lokaalitoimenpiteiden kustannusrakenne sisältää sekä kiinteitä että muuttuvia kuluja suhteessa 50 % / 50 %. Laskentatuloksia tarkastellaan melko yksityiskohtaisesti laskentamoduulien mukaisessa järjestyksessä. Luvussa 7 tarkastellaan useita erilaisia tapauksia, mutta suppeammin, jottei sivumäärä paisu kohtuuttomasti.

6. Valvontamallien vertailu vuosikustannusten ollessa samat

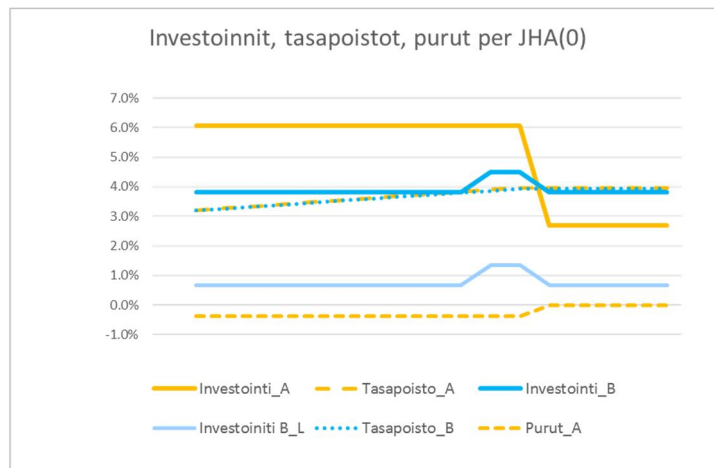
Valvontamallien vertailun lähtötilanteen muodostaa esimerkiksi valitun verkkoyhtiön verkon rakenne vuonna 2016. Esimerkkiyhtiön kaapeliverkon osuus on alkutilanteessa 18 %. Toimitusvarmuuden parantaminen tavoitetasoon toteutetaan nostamalla säävarman verkon osuus 60 prosenttiin. A-strategiaa sovellettaessa säävarmuus toteutetaan investoimalla kaapelointiin. B-strategiassa nykyverkkoon investoidaan vain korvausinvestoinnin verran ja toimitusvarmuusparannus toteutetaan lokaalitoimenpitein. Ne aiheuttavat sekä kiinteitä (investointi-) että muuttuvia kuluja yhtä paljon, eli molempien osuudet ovat 50 %. B-tapauksen vuosikustannukset ovat yhtä suuret kuin A-tapauksen. Luvussa 7 tarkastellaan tilannetta, jossa lokaalitoimenpiteet oletetaan kaapeli-investointia halvemmaksi.

6.1 Verkkomoduulin tuloksia

6.1.1 Investointiohjelmat

Verkkomoduuli toteuttaa jokaiselle yhtiölle yksilöllisen toimitusvarmuusparannuksen ohjelman. Valitun esimerkkiyhtiön kaapeliosuus on alkutilanteessa 18 % ja se nostetaan 60 %:iin. Sen

arvioidaan nostavan toimitusvarmuuden lain edellyttämälle tasolle. A-tapauksessa asennetaan mainittua osuutta vastaava kaapelimäärä tasasuuruisin vuosiaskelin. B-tapauksessa toteutetaan muita toimitusvarmuutta parantavia lokaalitoimenpiteitä, joiden vuosikustannusrakenne on 50 % investoinnin kustannuksia ja 50 % muuttuvia (opex-) kuluja. Sekä investointien että opex-kuluja aiheuttavien palvelusopimusten pitoaika on 10 vuotta. Investoinnit nostavat verkon arvoa, mutta palvelusopimukset eivät sitä tee. Investoinnit kehittyvät seuraavasti, Kuva 11.

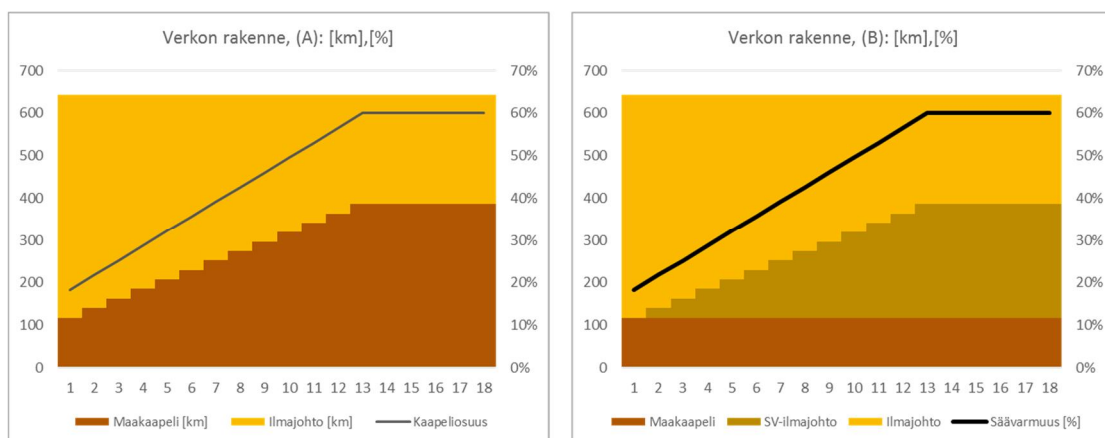


Kuva 11. Investoinnit, tasapoistot ja purut. B:n investoinnit koostuvat kahdesta osasta: lokaali-investoinneista (B_L) ja nykyverkon ylläpitoinvestoinneista. A- ja B-tapausten tasapoistot ovat yhtä suuret, koska B:n toimitusvarmuuden parannusinvestointien pitoaika on vain 10 vuotta. Purut tulkitaan negatiivisiksi investoinneiksi. Suuruus on mitattu prosentteina alkutilanteen JHA-arvosta (per JHA(0)).

B- ja A-strategian vuosikulut ovat yhtä suuret, mutta rakenteiltaan erilaiset. Hyppäyksellinen muutos B-strategian investoinneissa vuonna 11 johtuu siitä, että toimitusvarmuusparannukset toteutetaan 12 vuodessa, mutta lokaali-investointien pitoaika on vain 10 vuotta. Sen vuoksi ensin toteutettavat toimenpiteet pitää uusien johtojen aikana, mikä tuplaa investointimäärän investointiohjelman kahtena viimeisenä vuotena.

6.1.2 Verkon kehittyminen

Yllä esitetyt investointiohjelmat muuttavat verkon rakennetta seuraavasti, Kuva 12:

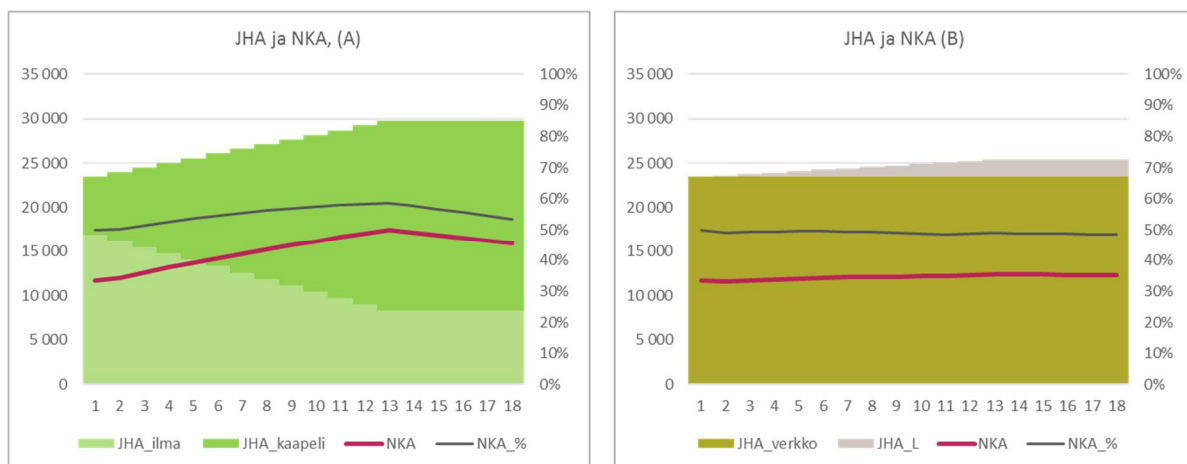


Kuva 12. Verkon rakenne, kun sovelletaan strategiaa A (vasen) ja strategiaa B (oikea). SV-ilmajohto tarkoittaa säävarmaa ilmajohtoa, joka on toteutettu lokaalein toimenpitein. Toimintaohjelma muodostuu kaapeliosuuden/säävarman verkon osuuden kasvattamisesta 18 %:sta 60 %:iin 12 vuodessa.

Molemmissa tapauksissa verkon säävarmuuden parannus on sama, mutta A-tapauksessa se perustuu kaapeli-investointiin ja B-tapauksessa paikallisiin toimenpiteisiin, jotka tekevät osan ilmajohtoverkosta säävarmaksi. Sähkö ei asiakkaalle tule välttämättä verkkoa pitkin, vaan osa siitä voi olla paikallisesti tuotettua – tässä ei toimenpiteitä teknisesti määritellä sen tarkemmin. Vain niiden kustannusrakenne on kiinnostava.

Jos paikallistoimenpiteen pitoaika olisi kaapeli-investoinnin 31 vuotta, niin silloin paikallisinvestointi olisi yhtä suuri kuin A-tapauksen investointi vähennettynä puretun verkon arvolla. Koska lokaalitoimenpiteen pitoajaksi on oletettu 10 vuotta ja yhtäsuuruutta tarkastellaan vuosikustannuksina, niin investoinnit ovat B-strategiassa pienemmät, joskin vuosikuluiltaan yhtä suuret kuin A-strategiassa.

Verkon jälleenhankinta-arvo, JHA, ja sen nykykäyttöarvo, NKA, kehittyvät seuraavasti, Kuva 13.



Kuva 13. Verkon jälleenhankinta-arvo (JHA) ja nykykäyttöarvo (NKA). A-tapauksessa (vas.) toimitusvarmuuden paranee kaapeliosuuden kasvulla, B-tapauksessa (oik.) nykyverkon varmuus parane paikallisin toimenpitein hankinta-arvoltaan JHA_L. JHA_verkko on nykyverkon jälleenhankinta-arvo.

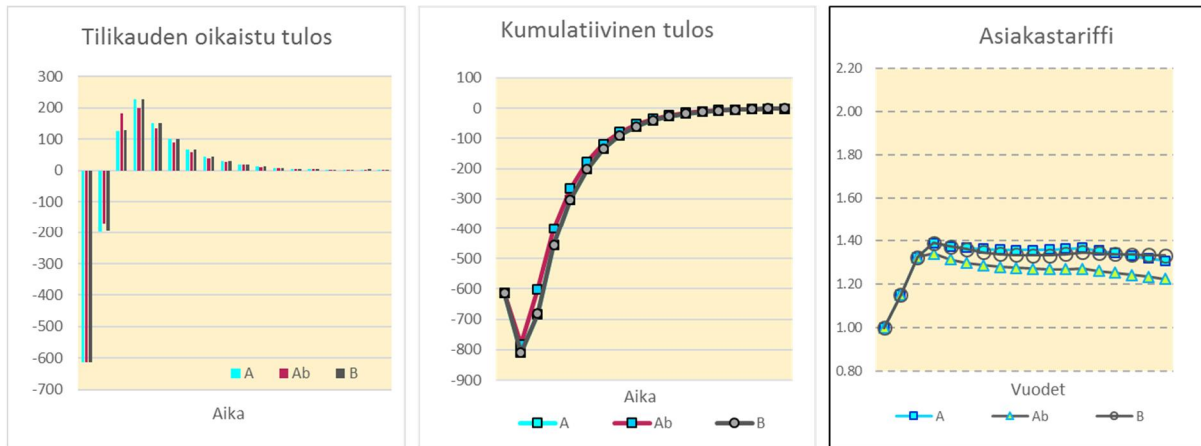
Erot verkon arvoissa johtuvat investointien määrästä ja pitoajasta. B-tapauksessa lokaali-investoinnit ovat vain reilu 20 % verkon ylläpitoinvestoinneista. Verkon nykykäyttöarvo lasketaan lineaarisen poistumaoletuksen mukaisesti jäljellä olevan käyttöajan mukaan. Lyhyt pitoaika ei kerrytä verkon arvoa yhtä hyvin kuin pitkän pitoajan investointi, koska arvon poistuma on niin suuri. Vaikka investoinnit olisivat yhtä suuret, niin lyhyt pitoaika ylläpitää pienempää kertymää.

Tällä on suuri merkitys valvontamallissa, sillä verkon nykykäyttöarvo on merkittävin pääomakorvauksen määrään vaikuttava tekijä. A-tapauksen NKA-arvon lasku ohjelman loputtua johtuu siitä, että korvausinvestoinnit ovat arvoltaan verkon vuosittaisesta vanhenemisesta johtuvaa arvon menetystä pienemmät.

6.2 Pitkä aikaväli, liikevaihto ja asiakastariffi

Mallin dynamiikka, siis vuosia toisiinsa sitova tekijä, syntyy yrityksen parhaan mahdollisen tuloksen tavoittelusta. Valvontamallin mukaan se on tilikauden oikaistun tuloksen nollataso. Nykyisessä valvontamallissa tuloksen yli- ja alijäämää tarkastellaan neljän vuoden jaksoissa. Jos ylijäämää syntyy, on se seuraavalla nelivuotisjaksolla palautettava asiakkaille. Pitkän aikavälin tarkastelussa nelivuotisjaksotus korvataan kumulatiivisella nollatuloksella.

Valvontamalli sallii sijoitetulle pääomalle kohtuullisen tuoton. Nollatulos tarkoittaa, että pääoman tuotto ei saa pitkällä aikavälillä ylittää kohtuullista määrää: ylivoitot eivät ole sallittuja, Kuva 14.



Kuva 14. Simuloinnin ajurina toimiva ylivoitot estävä ja parhaaseen mahdolliseen taloudelliseen tulokseen johtava tilikauden oikaistun tuloksen kumulatiivisen nollatuloksen saavuttaminen. Oikealla liikevaihdon kehittymisen perusteella laskettu tariffin kehittyminen

Strategiasta riippumatta tulos saavutetaan samalla tavalla. Alkuvuosina yritys tekee tappiota ja kumulatiivinen tulos sukeltaa ensin syvälle, koska tariffin nousua rajoittaa asetettu 15 %:n vuotuinen nostokatto. Kumulatiivinen tulos saavuttaa nollatason vasta monen positiivisen tilikauden jälkeen. Luvun lopussa esitetään toisenlainen tilanne, jossa tariffinostorajoite on kiireämpi ja tulokset sen mukaisesti aivan toisenlaiset.

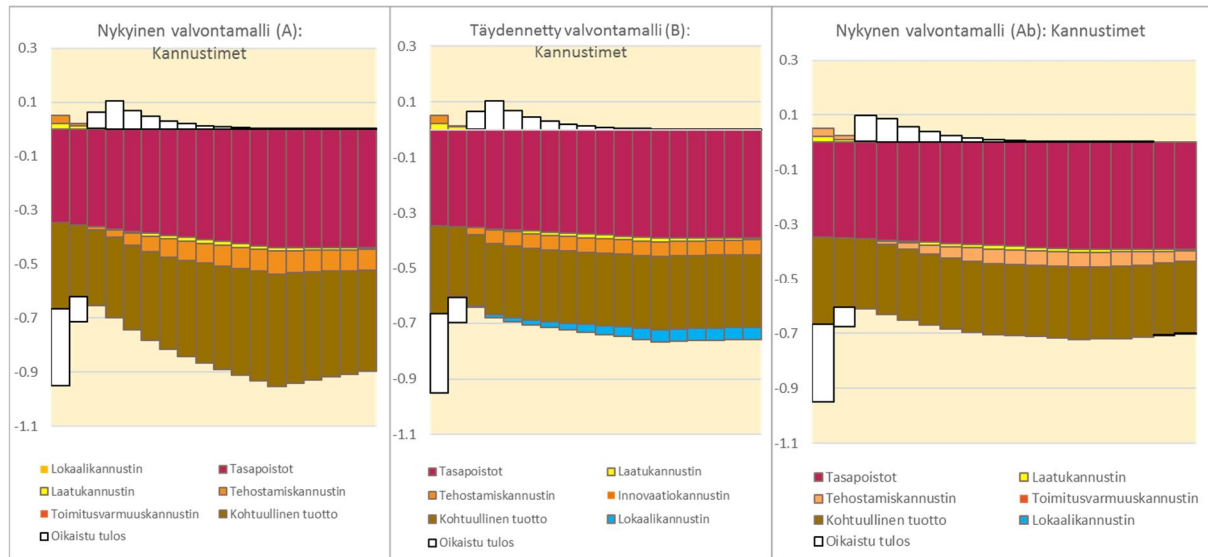
Pitkän aikavälin tuloksen saavuttamisen ohjausmuuttuja on liikevaihto. Koska esitettävissä laskelmissa toimitettu energiamäärä pysyy vakiona, niin liikevaihdon suhteellinen muutos on sama kuin tariffin suhteellinen muutos. Tariffi nousee kaksi ensimmäistä vuotta maksimivauhtia ja asettuu sen jälkeen vakiotasolle, joka on noin 40 % korkeammalla kuin lähtötilanteessa. A ja B-tapaukset eivät asiakkaan kannalta eroa toisistaan. Ab-tapaus sen sijaan johtaa jonkin verran alhaisempaan tariffiin. Alemmalla tariffilla on yritystaloudellisia seuraamuksia, joita tarkastellaan jatkossa.

6.3 Valvontamoduulin tuloksia

Oleellinen osa valvontamoduulia ovat kannustimet. Kannustimen negatiiviset arvot ovat verkkoyhtiön kannalta tavoiteltavia, sillä ne pienentävät tilikauden tulosta ja antavat mahdollisuuden nostaa tariffia. Verkkoyhtiön ei ole pakko nostaa tariffiaan maksimitasolle, se muodostaa vain ehdottoman ylärajan sen tasolle.

Nykyinen valvontamalli lähtee liikkeelle liiketuloksesta. Tilikauden tulokseen päästään vähentämällä liikevaihdosta tietyt erät, mm. OPEX-kulut ja poistot.

Valvontamallin erien kehitys on esitetty seuraavassa kuvassa, Kuva 15.

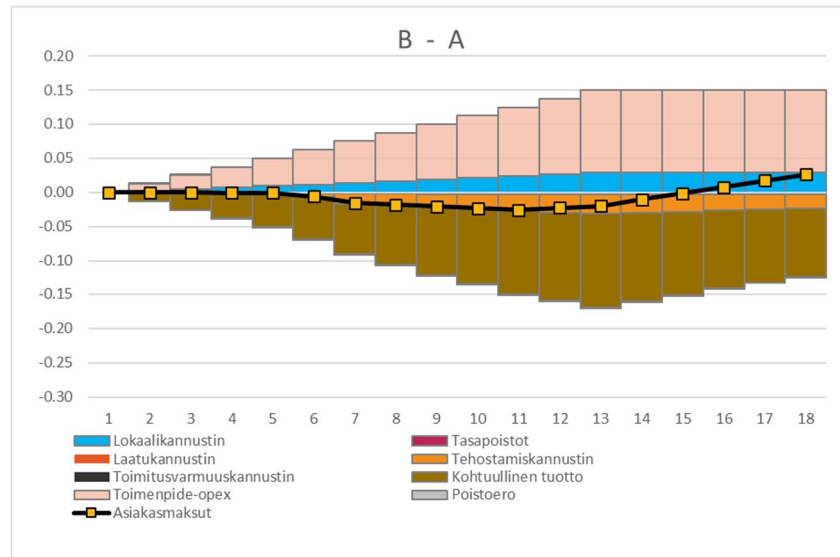


Kuva 15. Valvontamallin kokonaisuus yhdessä graafissa. Valvontamalliin kuuluvat osat ovat värillisiä. Valkoinen väri on kuvassa varattu tilikauden vuotuiselle tulokselle.

Pääoman määrään liittyvät osat dominoivat näkymää: punainen on investointien tasapoistot ja ruskea pääoman kohtuullinen tuotto (WACC on 7,42% ensimmäisenä vuotena ja 6% kaikkina seuraavina). A-tapauksessa tehostamiskannustin on oikeastaan ainoa jossain määrin erottuva tekijä. Se saa ensimmäisinä vuosina positiivisia arvoja, eli opex-kuluja on sallittua enemmän. Kaapeloinnin edetessä niiden määrä vähenee enemmän kuin tavoitteeksi määritelty 2 % vuodessa, mikä muuttaa kannustimen arvon negatiiviseksi. Muut kannustimet ovat esimerkkiyhtiön tapauksessa arvoltaan pieniä. Tilanne on yritysکوhtainen eli se vaihtelee yhtiöstä toiseen suuresti.

B-tapauksessa erottuu sininen viiru, joka on lokaalikannustimen arvo. Ab-tapauksen tehostamiskannustin ensin kasvaa ja sitten pienenee ajan edetessä. Syy on siinä, että opex-kulut pienenevät toimitusvarmuuden parantuessa, mutta toimitusvarmuuden parantamistoimenpiteiden opex-kuluja lisäävä vaikutus osittain kumoo jakson loppupuolella muiden opex-kulujen vähenemisen.

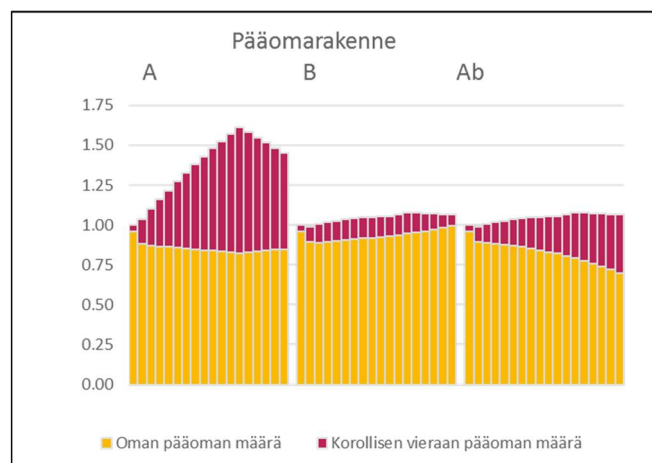
Erot valvontamallien tuloksissa (B vs. A) paljastuvat paremmin seuraavassa kuvassa:



Kuva 16. Valvontamallien B- ja A-tapauksien erot.

Opex-kulut ovat lähtöoletusten mukaisesti B-tapauksessa A:n vastaavia suuremmat, mikä näkyy kuvassa positiivisena punertavana alueena. Lokaalikannustimeron ero on esimerkkitapauksessa suunnilleen A-tapauksen tehostamiskannustimen suuruinen. A-tapauksessa se on suurempi kuin B-tapauksessa sen vuoksi, että kannustimen koolle on pääoman kohtuullisen tuoton mukaan määräytyvä yläraja: A-tapauksen suurempi pääomakanta sallii sekä suuremman tehostamiskannustimen arvon että omistajille menevän pääomakorvauksen (kohtuullisen tuoton). Asiakkaan maksut ovat A-tapauksessa aluksi suuremmat, mutta tilanne muuttuu investointiohjelman loputtua. B-tapauksessa toimenpiteiden lyhyt pitoaika johtaa toimitusvarmuuden tason ylläpidossa suurempiin vuosikuluihin investointiohjelman toteuttamisen jälkeen, mikä näkyy B-tapauksen kasvavina asiakasmaksuina jakson lopussa.

Pääoman kohtuullinen tuotto lasketaan valvontamallin oman ja vieraan pääoman summalle. Se kehittyy esimerkkiihtiön tapauksessa seuraavasti, Kuva 17.



Kuva 17. Pääomakorvauksen perusteena olevan pääoman määrä eri tapauksissa.

Verkon nykykäyttöarvon, NKA:n, muutokset määrittävät korvausta saavan pääoman määrän. Se jakautuu omaan ja vieraaseen pääomaan taseen tasauksen muutosten mukaisesti. Pääomakorvauksen määrään jako omaan ja vieraaseen osaan ei vaikuta.

6.4 Kassavirtamoduulin tuloksia

Verkkoyhtiön talouden kehittymistä kuvataan kassavirralla ja sen perustella laskettujen tunnuslukujen avulla. Esimerkkiyhtiön kassavirtaa on esitetty seuraavassa taulukossa, taulukko 1.

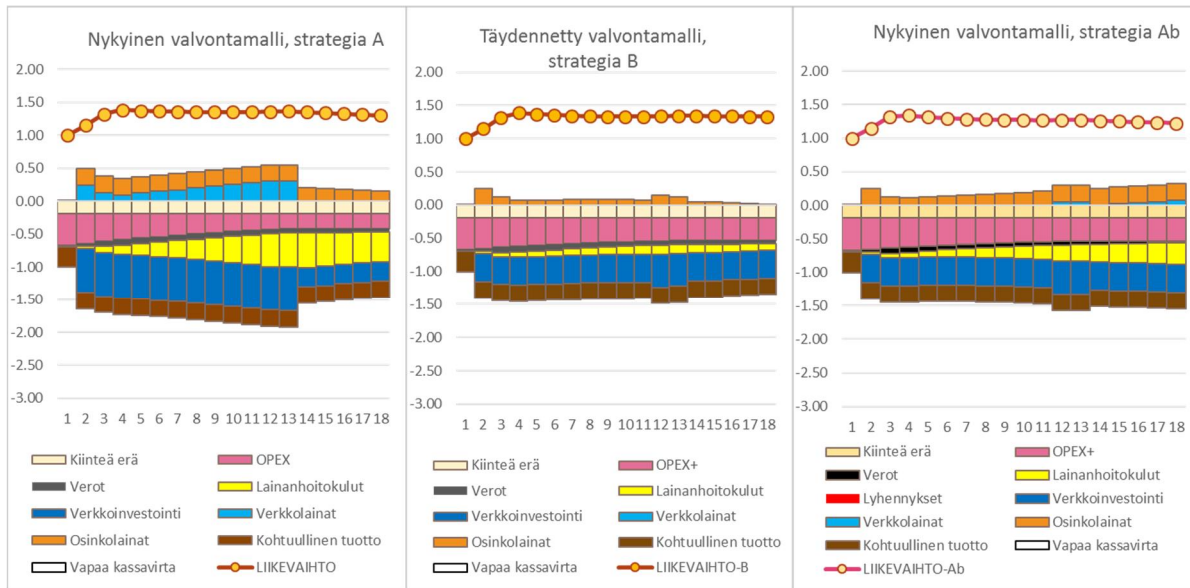
Taulukko 1. Kassavirtalaskentaesimerkki (A-tapaus).

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LIKEVAIHTO	2 169	2 494	2 868	3 013	2 978	2 963	2 956
Kiinteä erä	-406	-406	-406	-406	-406	-406	-406
OPEX	-1 046	-981	-920	-863	-810	-759	-712
KÄYTTÖKATE	716	1 107	1 542	1 744	1 762	1 798	1 838
Poistot	-519	-664	-722	-780	-838	-896	-955
LIIKETULOS	198	443	820	964	924	902	883
Verot	-40	-89	-164	-193	-185	-180	-177
Rahoituskustannukset (korkokulut)	-18	-49	-69	-84	-99	-113	-126
Poistot	519	664	722	780	838	896	955
Rahoitustulos	658	969	1 309	1 467	1 478	1 505	1 535
Edellinen kassa	0	0	0	0	0	0	0
Lyhennykset		-27	-101	-165	-224	-286	-350
Verkkoinvestointi	0	-1 453	-1 453	-1 453	-1 453	-1 453	-1 453
Lokaalikomp investointi	0	0	0	0	0	0	0
Verkkolainat		510	245	151	200	235	268
Lokaalilainat		0	0	0	0	0	0
Kassavirta ennen osingonjakoa	658	0	0	0	0	0	0
Osinkolainat	8	539	539	539	539	539	539
Kohtuullinen tuotto	-666	-539	-539	-539	-539	-539	-539
Sopeutettu osinko	-658	0	0	0	0	0	0
Vapaa kassavirta	0	0	0	0	0	0	0

Taulukon luvut sisältävät erien merkin, eli positiiviset luvut tuovat kassaan rahaa ja negatiiviset kuvaavat kassasta maksuja. Rahoitustuloksen perusteella päätellään, tarvitaanko lainaa vuotuisiin verkko- tai lokaalitoimenpideinvestointeihin. Kassa käytetään järjestyksessä verkkoinvestoinnit, lokaali-investoinnit, osingonmaksu. Edellinen kassa on nimensä mukaisesti edellisen vuoden vapaa kassavirta, joka on käytettävissä tarkasteluvuoden kuluihin. Tällä tavalla kassavirta-analyysikin muuttuu dynaamiseksi. Vaihtoehtoinen tapa vapaan kassavirran käyttöön on jakaa se ylimääräisenä osinkona omistajille.

Kassavirta ennen osingonjakoa muodostaa kantaluvun sen päättelemiseksi, tarvitaanko lisälainaa osingonmaksua varten. Sopeutettu osinko -rivi on valinnainen piirre laskennassa. Jos sitä sovelletaan, niin osinkoa maksetaan vain sen verran kuin kassassa on rahaa ennen osingon maksua – lainaa ei oteta siihen tarkoitukseen. Perusvaihtoehto on kuitenkin se, että sijoitetulle pääomalle on maksettava tuottoa ja lainaa otetaan, jos kassa ei siihen riitä. Vapaa kassavirta on aina vähintään nollan suuruinen.

Taulukkoa katsomalla on vaikea nähdä suuria linjoja. Sen vuoksi seuraava kuva esittää yllä olevan taulukon mukaisen tuloksen esimerkkiyhtiölle, Kuva 18.



Kuva 18. Kassavirran erät yli ajan.

Suurin positiivinen rahavirta kassaan tulee luonnollisesti siirtopalvelujen myyntituloista, jota liikevaihto kuvaa. Muut kassaa kasvattavat erät ovat lainoja, joita otetaan tarpeen mukaan.

A-tapauksessa yhtiö ottaa lainaa kaapeliosuuden kasvattamisvuosina. Lainanhoitokulut (keltainen) kasvavat niinä vuosina vauhdikkaasti, mutta muutos parempaan tapahtuu heti investointiohjelman loputtua. Osingonmaksuun ei yhtiön kassa riitä yhtenäkkään muutosvuotena, mutta ylläpitovaiheen alettua koko osinkomäärää ei tarvitse ottaa lainana. OPEX-kulut laskevat voimakkaasti kaapeloinnin myötä. Kohtuullinen tuotto on alkutilanteen oman pääoman määrä kertaa WACC-korko.

B-tapauksessa yhtiö ottaa lainaa ainoastaan osingonmaksua varten. Ei kuitenkaan koko määrää, vaan vaihtelevia määriä tilanteen mukaan. Näin yhtiön lainapääoma säilyy kohtuullisena, mitä keltainen viiru havainnollistaa. OPEX-kulut alenevat vähemmän kuin A:ssa, koska lokaalitoimenpiteet niitä kasvattavat. Pieni hyppäyksellinen muutos investointien määrässä heijastaa sitä, että toimitusvarmuuden parantaminen kestää 12 vuotta, mutta lokaali-investointien pitoaika on vain 10 vuotta. Kahtena viimeisenä vuotena tarvitaan jo korvausinvestointeja lokaalitoimenpiteille tavoitteeseen pääsemiseksi.

Ab-tapauksen tilanne eroaa edellisistä siinä, että tilanne lainojen osalta huononee koko ajan. Osingonmaksuun tarvitaan jatkuvasti yhä suurempia lainoja ja lainataakkaa kasvattaa tarkastelun loppuvuosina myös verkon ylläpidon tarvitsemat investoinnit. Tämä johtuu siitä, että nykyisen valvontamallin sallima tariffi ei riitä kulujen katteeksi, joten yhtiö joutuu alati vaikeampaan tilanteeseen. Ennen pitkää se muodostunee kestäättömäksi. Sen vuoksi ei nykytilanteessa lokaalitoimenpiteiden kaltaisia toimenpiteitä toteuteta.

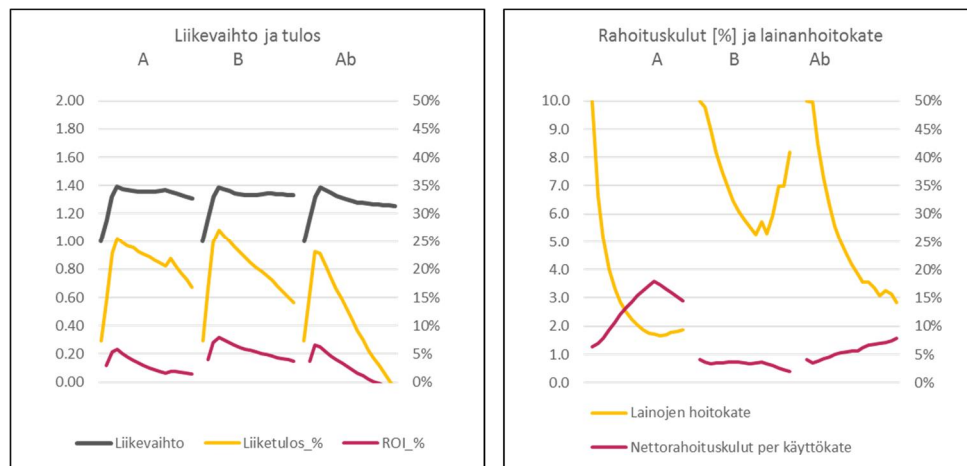
Verkkoyhtiön talouden kehittymistä kuvataan tulokseen ja rahoitukseen liittyvin tunnuslukuin. Perusoletuksena on, että omistaja ei tarkastelujaksolla sijoita yhtiöön uutta pääomaa, vaan pääoman mahdollinen lisätarve hoidetaan lainoin. Tulosta arvioidaan liikevaihtoon suhteutettulla liiketulosella ja oman pääoman tuotolla. Rahoitukseen liittyvinä tunnuslukuina käytetään nettorahoituskulujen osuutta käyttökatteesta, lainojen hoitokatetta ja suhteellista velkaantuneisuutta.

Suhteellinen velkaantuneisuus tarkoittaa liikevaihtoon suhteutettua velan määrää. Mitä suuremmaksi velkojen osuus liikevaihdosta kasvaa sitä suurempi on käyttökatteen oltava, että yritys selviää lainanhoitokuluistaan. Tätä kykyä kuvataan lainojen hoitokatteella, joka laskeaan käyttökatteen, korkokulujen ja lyhennysten perusteella. Lainojen hoitokatteen arvo yksi tarkoittaa, että tulo-rahoitus riittää täsmälleen lainojen korkoihin ja lyhennyksiin. Arvoalue 1-2

tarkoittaa, että tulo-rahoitus on tyydyttävällä tasolla lainojen hoidon kannalta. Kun hoitokatteen arvo ylittää kakkosen, niin tilanne on hyvä.

Nettorahoituskulujen osuus käyttökatteesta kertoo, kuinka suuri osa käyttökatteesta menee korkomaksuina rahoittajille. 30 % voidaan pitää ylärajana⁶, sillä käyttökatteella pitää kattaa rahoituskulujen lisäksi lainojen lyhennykset, verot sekä osingot.

Katsotaan yrityksen tilannetta näiden indikaattorien avulla, *Kuva 19*.



Kuva 19. Rahoitustilanteen ja tuloksen indikaattorit. Lainojen hoitokatteen suurimmaksi tulostettavaksi arvoksi on asetettu 10.

Liiketulos seuraa aluksi liikevaihtoa tiiviisti, mutta vähitellen kasvavat poistot ja/tai kasvavat opex-kulut syövät sitä. Ab-tapauksen kulut ovat samat kuin B:n, mutta valvontamalli leikkaa liikevaihtoa, mikä näkyy tuloksessa. Pääoman tuotto on korkein B:ssä: Liiketulos on suunnilleen A:n tasoa, mutta sitoutunut pääoma on pienempi.

Oikeanpuoleinen paneeli kuvaa rahoitustilannetta. A-tapauksessa lainojen hoitokate putoaa jyrkästi, mutta kääntyy kuitenkin takaisin ylöspäin ennen kriisiytymistä, eli painumista alle yhden. Kun suureen arvo on yhden ja kahden välissä, on tilanne vielä tyydyttävä. Rahoituskulut ovat enimmilläänkin vajaat 20 % käyttökatteesta ja kääntyvät laskuun investointivaiheen päättyessä, eli tilanne on hyvä tämän indikaattorin mukaan.

B-tapauksessa niin lainojen hoitokate kuin rahoituskulutkin ovat erinomaisella tasolla. Ab-tapauksessa huolestuttaa, että lainojen hoitokate, vaikka sen kuvaajaa loivenee, niin sen suunta ei käänny, vaikka muutosvaihe on ohitettu. Rahoituskulut näyttävät myös jatkavan kasvua ilman merkkiäkään muutoksesta, vaikka ylläpitovaihetta on kestänyt jo viisi vuotta.

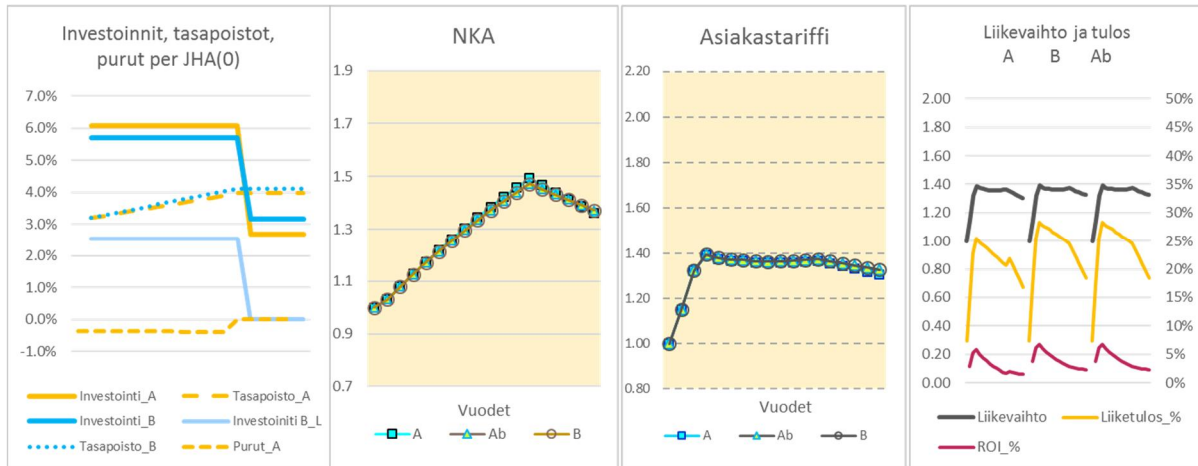
7. Erilaisia tapauksia

7.1 OPEX-osuus 0% tai 100%

Katsotaan lyhyesti, miten tapaukset vertautuvat, kun lokaalitoimenpiteiden kustannus muodostuu ensin pelkästään investoinnista ja sitten pelkästään muuttuvista kuluista.

⁶ Autio, Miikka, Sähkömarkkinalain laatuvaatimusten edellyttämien investointien vaikutus verkonhaltijoiden talouteen. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Espoo 2015.

Jos lokaalitoimenpide muodostuu kaapeli-investoinnin suuruisesta investoinnista, jonka pitoaika on kaapeli-investoinnin pitoaika, niin tilanne näyttää seuraavalta, Kuva 20.

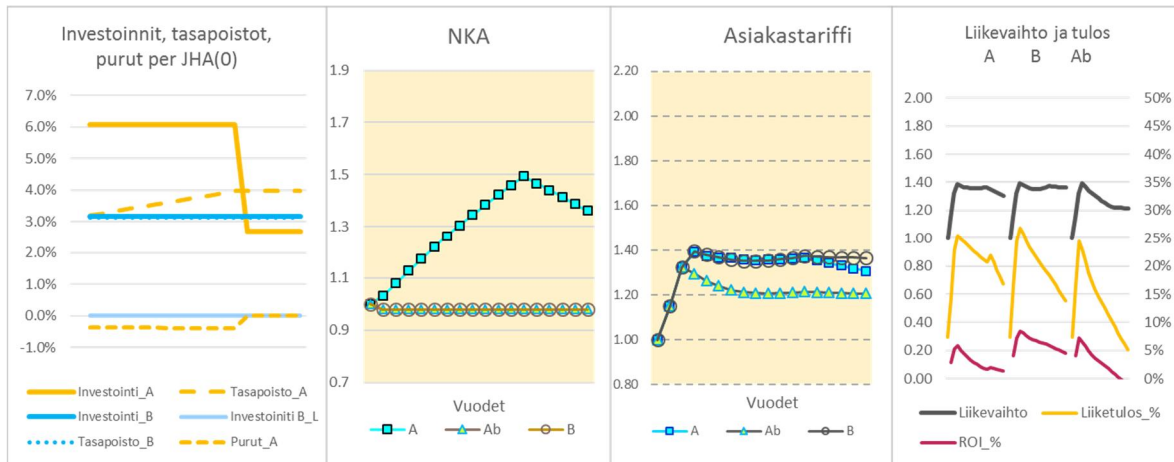


Kuva 20. A- ja B-strategian vertailu, kun molemmissa on yhtä suuri toimitusvarmuuden parantamisen investointi samalla pitoajalla. (B ja Ab-tapaukset ovat samanlaisia, kun tehdään pelkästään investointi.) B:n investoinnit erotellaan kahteen osaan: lokaali-investointeihin (B_L) ja investointien kokonaismäärään. Niiden erotus on nykyverkon ylläpitoinvestoinnit. B-tapauksessa ei ole paikallisia opex-kuluja.

Täydennetty valvontamalli tuottaa saman lopputuloksen, kuin nykyinenkin, kun lokaali investointi on kaapeli-investoinnin suuruinen samalla pitoajalla. NKA kehittyy kaikissa tapauksissa samoin, kuten oli tarkoituskin. Myös asiakkaan kannalta eri tapaukset ovat identtiset. Liiketulos on A:ssa muita pienempi, koska ennaikaiset purut rasittavat tulosta kertapoistoina. Sen vuoksi myös pääoman tuotto jää alemmaksi.

B-tapauksen investoinnit ovat purkujen verran A-tapauksen investointikuluja pienemmät. Toimitusvarmuuden saavutettua tavoitetasonsa, jää B:n ylläpitoinvestoinnit A:n tasoa korkeammiksi, koska A:n vanhemmat ikäluokat ovat B:n vastaavia pienempiä ennaikaisten purkujen takia.

Seuraavaksi tilannetta muutetaan siten, että B ja Ab-tapauksessa toimenpiteet ovat pelkkää opex-kulua. Voidaan ajatella, että kulut muodostuvat ulkopuoliselta palvelun tarjoajalta ostetuista palvelusta. Sen vuoksi sopimuksen pituudeksi asetetaan 10 vuotta, eikä verkon pitoaika, kuten yllä. Olisi epärealistista ajatella, että palvelusopimus olisi vuosikymmenien mittainen, Kuva 21.



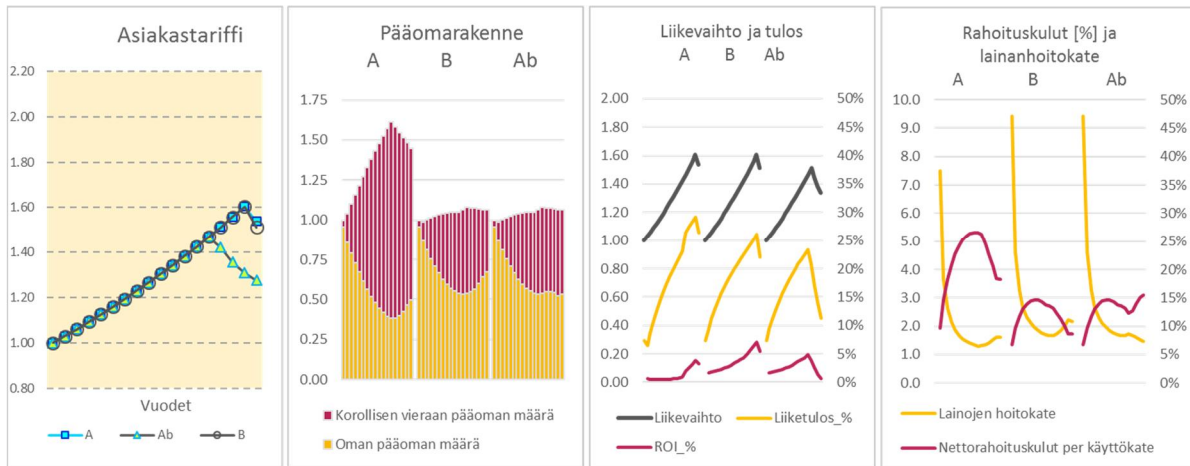
Kuva 21. B ja Ab-tapauksessa investoinnit ovat nykyverkon ylläpitoa. Toimitusvarmuuden parannus synnyttää vain opex-kuluja, joiden vuosimäärä on yhtä suuri kuin A-kohdan toimitusvarmuusinvestointien vuosikulut. opex-kulujen perustana olevat sopimukset ovat kestoaltaan 10 vuotta.

A:n investoinnit ovat kuten aiemmin, mutta B:ssä tehdään vain nykyverkon ylläpitoinvestointeja. Sen vuoksi NKA:n kehitys eroaa huomattavasti eri tapauksissa. Valvontamallien erot tulevat näkyviin asiakastariffin tasossa: A ja B-tapauksien tariffit ovat samat, mutta Ab:ssä taso on selvästi alempi. Lisääntyneet opex-kulut ovat Ab:ssä vain rasite, kun taas B:ssä ne tulkitaan pelkästään kustannuksiksi. Asiakkaan näkökulmasta Ab-tapauksen tariffi näyttää houkuttelevalta, mutta ilo jää lyhytaikaiseksi: kuvan oikeanpuoleinen paneeli kertoo taloudellisten mittareiden huolestuttavaa tarinaa verkkoyhtiön tilasta. B-tapauksen pääoma tuottaa tarkasteluajanjaksolla parhaiten.

Yllä olevien kuvien pääviesti on seuraava: *Kun A- ja B-tapauksen toimenpiteiden vuosikustannukset ovat samat, niin valvontamallien tuottamat liikevaihdot ja niihin perustuvat tariffit ovat samat siitä huolimatta, että B-tapauksen toimitusvarmuuden parantamisen kustannukset muodostuivat ensin pelkästään investoinnista (Kuva 20) ja sitten pelkästään muuttuvista kuluista (Kuva 21). Ab-tapaus osoittaa, että nykymalli toimii suunnitellulla tavalla: Kun muuttuvat kulut tulkitaan pelkästään merkiksi tehottomuudeksi, niin malli kannustaa niitä välttämään.*

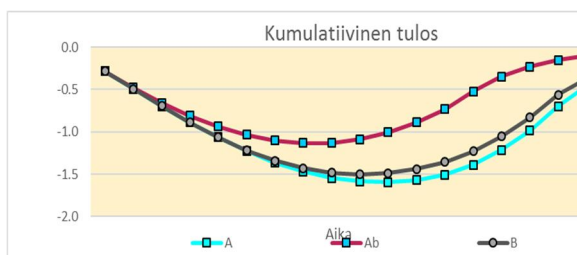
7.2 Entä jos tariffia ei voikaan nostaa suunnitellusti?

Jos tariffinousua rajoitetaan tarkastellun yhtiön tapauksessa (vaikkapa ns. yleisistä syistä) enintään 3 %/a, yhtiö ei pääse A-strategialla oikaistuun nollatulokseen tarkastelujaksolla, vaikka tariffi nousisi vuosittain 3 %:n askelin kaksinkertaiseksi. Jos tulorahoitusta ei ole mahdollista kasvattaa ripeästi, ts. tariffia ei ole mahdollista nostaa kuin pienin askelin, niin laina-
taakka kasvaa suureksi. Alla on kuvattu tilanne, jossa B-skenaarioissa opex-kulujen osuus on 50 % vuosikustannusten ollessa samat kuin A-tapauksessa.



Kuva 22. Tilanne, jossa sovelletaan 3 % vuotuista tariffinousukattoa. Tapausten vuosikustannukset ovat samat sekä B:n että Ab:n opex-kulut ovat puolet vuosikustannuksista.

Tariffi nousee sallitun maksimimäärän yli kymmenen vuotta peräkkäin, joten toimitusvarmuuden parantaminen käy asiakkaille kalliiksi tälläkin tavalla, vrt. Kuva 14. Kumulatiivinen oikaistu tulos ei ennätä tarkastelujakson aikana nollatulokseen nousta, mutta ilmeisesti sen tason saavuttaa. Positiivisia tulosvuosia tarvitaan monta, jotta yhtiö pääsee syvästä montusta pinnalle.



Kuva 23. Kumulatiivinen tulos 3%:n tariffinousurajoituksella. Tulos suhteutettu alkuilanteen liikevaihtoon.

Kaikissa tapauksissa nopeasti kasvava lainataakka syö omaa pääomaa toimitusvarmuuden parantamisjakson ajan, minkä jälkeen tapahtuu käänne parempaan. Pääoman tuotto on B-tapauksessa edelleen vertailun paras. Vaikka liiketulos jää hieman A:sta, niin alempi pääomaintensiivisyys tuottaa suhteessa paremman tuloksen. Ab-tapaus on kriisiä enteilevää.

A-strategian lainojen hoitokate lähestyy uhkaavasti ykköstä, mutta kehitysohjelma loppuu juuri ajoissa ja tervehtyminen alkaa. Rahoituskulujen suhteellinen määräkin kääntyy laskuun juuri ennen 30 %:n kriittistä rajaa. Sama hoitokatteen sukellus kuin A:ssa on nähtävissä B-tapauksessa, mutta ei aivan yhtä voimakkaana. Ab-tapauksen kehitysura ei enteile hyvää tulevaisuutta.

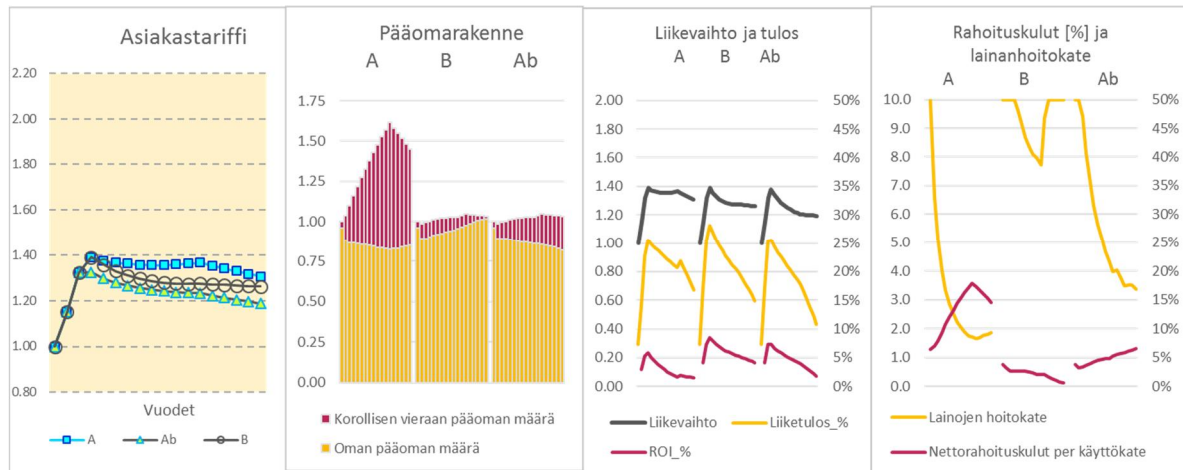
Asiakkaan kannalta voi aiheellisesti kysyä, onko tämä tulos aiemmin esitettyä parempi? Tariffin matalampi nousuvauhti ehkä miellyttää aluksi, mutta pitkään jatkuessaan tariffi nousee tällä tavalla aiempaa korkeammalle. Sen nykyarvo voi silti olla alempi, näkemyksestä riippuen. Hidas tariffin nousuvauhti pakottaa yrityksen ottamaan velkaa rutkasti aiempaa enemmän, mikä näkyy talouden indikaattoreissa. Tilanne on monitahoinen ja tässä on pystytty vain rajoitetusti käsittelemään sen eri puolia. Laadittu malli antaa mahdollisuuden tarkastella ongelmakenttää monesta näkökulmasta.

7.3 Edullisemmat toimenpiteet

Tarkastellaan vielä lopuksi tilannetta, jossa lokaalitoimenpidekokonaisuus voidaan toteuttaa alahaisemmin vuosikustannuksin kuin kaapeli-investointiin perustuva A-vaihtoehto. Tässä

konkretisoituu oikeastaan koko tarkastelun tavoite: Laajentaa taloudellisesti järkevien toimenpiteiden joukkoa siten, että toimitusvarmuuden parannus voidaan toteuttaa kaapeli-investointia alhaisemmin kustannuksin.

Oletetaan, että toimitusvarmuuden parantamisen vuosikustannus on kaksi kolmasosaa (67%) kaapeli-investointivaihtoehdon vuosikustannuksista. Tällöin tilanne näyttää seuraavalta, **Error! Reference source not found.**



Kuva 24. Tapaus, jossa B:n toimitusvarmuusparannuksen kustannus on 67% A:n vuosikustannuksesta ja opex-osuus on 50 %.

Nyt B-tapaus on entistä parempi sekä asiakkaan että yhtiön kannalta: asiakkaan tariffi jää A:ta alhaisemmaksi, pääoman tuotto on A:ta korkeampi ja rahoitustilannetta kuvaavat indikaattorit ovat erinomaisella tasolla.

8. Huomioita mukautuksesta

Valvontamallin mukautuksen keskeinen idea on tarkastella toimitusvarmuuden parantamisen kustannuksia tasoitettuina vuosikustannuksina. Se mahdollistaa kustannusrakenteeltaan erilaisten toimenpiteiden vertailun ja tavoitteiden saavuttamisen mahdollisimman alhaisin kokonaiskustannuksin. Samalla taloudellisesti toteutettavissa olevien toimenpiteiden valikoima laajenee pelkästään investoinnein toteutettavista toimenpiteistä myös sellaisiin, joihin sisältyy muuttuvia kuluja osana kokonaiskustannusta.

Erään verkkoyhtiön toimitusvarmuusparannuksen toteutussimuloinnit osoittavat, että valvontamalliin tehtävä muutos tekee taloudellisesti mahdolliseksi toteuttaa muuttuvia kustannuksia tuottavia toimenpiteitä, jotka ovat asiakkaille edullisia ja verkkoyhtiölle kannattavia. Kun vuosikustannusvertailussa vuosikuluja alennetaan kaapeli-investointien aiheuttamia vuosikuluja pienemmiksi, niin myös silloin sekä asiakas että verkkoyhtiö hyötyivät. Laskentaesimerkkien perusteella laadittu valvontamallin täydennys vaikuttaa lupaavalta.

Esimerkkisimuloinneissa koko toimitusvarmuusparannus toteutetaan paikallistoimenpiteillä. Näin ei varmastikaan todellisuudessa toimittaisi, vaan kaapelointi tulee olemaan toimitusvarmuuden parantamisen pääasiallinen toteutustapa. Täydennys luo sen rinnalle tilanteen, jossa muunkinlaiset ratkaisuvaihtoehdot voivat tulla taloudellisesti kannattaviksi. Vertailun kannalta on selkeintä toimia siten, että määritellään kaksi kokonaan erilaista toteutustapaa. Se paljastaa erot toimintaympäristöjen – valvontamallien – välillä selkeästi. Erityisesti tilanteessa, jossa sähkönkulutuksen kehittymiseen jossain verkonosassa liittyy suuria epävarmuuksia, otetaan suuri riski toteuttamalla raskas, peruuttamaton ja pitkäkestoinen investointi.

Paikallistoimenpiteellä voitaisiin ottaa aikalisä ja siirtää investointipäätöstä siihen saakka, kunnes käsitys tulevasta on kirkastunut.

Tässä ei oteta kantaa siihen, mitä nämä paikalliset toimenpiteet olisivat. Niistä on varmasti paras tietämys paikallisilla verkkoyhtiöillä. Tilanteet ja olosuhteet vaihtelevat ja niiden mukaan toimenpidevalikoimakin.

Toimitusvarmuuden parannus on useaan eri tekijään, suuntaan ja toimijaan vaikuttava kokonaisuus ja sen vuoksi laskennallinen analyysi on ainoa mahdollinen tapa verrata eri tekijöiden vaikutusta, suuntaa ja suuruutta. Mallin tarkempi kuvaus on raportin liitteenä.

Liitteet /Lähdeviitteet

- Autio, Miikka. 2015. Sähkömarkkinalain laatuvaatimusten edellyttämien investointien vaikutus verkonhaltijoiden talouteen. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo.
- Leivo, Sanna. 2017. Yrityksen arvonnääritys. Vapaan kassavirran malli ja lisäarvomalli. Liiketalouden opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.
- Energiavirasto. 2015. Sähkön jakeluverkkotoiminta. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016-31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020-31.12.2023 valvontajaksolla.
- Meriruoko, Valtteri. 2015. Verkostoskenaarioiden arviointi sähkön jakeluverkkoliiketoiminnan valvontamenetelmien kannalta. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta.
- LUT Energia, sähkötekniikka. 2010. Nykyisen valvontamallin toimivuuden ja ohjausvaikutusten arviointi. Tutkimusraportti. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Lappeenranta.
- Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia, 43/2018. Helsinki 2018.

LIITE A Mallin kuvaus

1. Verkkomoduuli

Tässä luvussa käydään yksityiskohtaisesti läpi verkkomoduulin osat laskentakaavoineen. Verkot jaetaan ilmajohtoverkkoihin ja maakaapeliverkkoihin. Kaapelointikustannusten ja keskeytysten määrän kannalta on merkitystä sillä, kaapeloidaanko pien- vai keskijänniteverkkoa. Tämä suhde pidetään yhtiökohtaisena vakiona. Ilmajohtoverkkojen ja kaapeliverkkojen kustannuksen suhteen malli jaetaan kahteen luokkaan ja kummassakin luokassa suhde pidetään vakiona, jonka arvo määritetään tilastojen perusteella. Tällöin kaapeloinnin määrän kuvaamiseen riittää kokonaiskaapelointiaste.

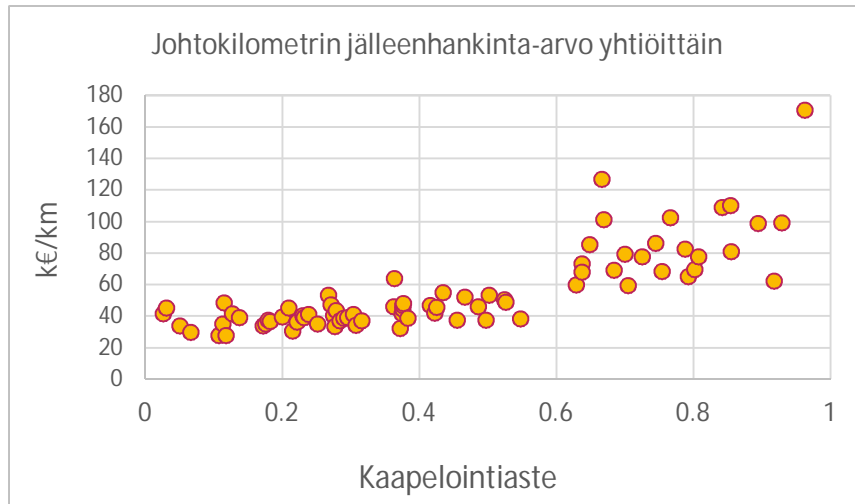
1.1 Verkon komponentit ja yksikkökustannus

Verkon hankintakustannus on luonnollisesti keskeinen tariffin ja jakeluyhtiön talouden määrittäjä. Regulaatiomalliin kuuluu osana kattava komponenttihintojen päivittyvä luettelo. Mallissa ei sellaiseen yksityiskohtien runsauteen ole mahdollista mennä – varsinkaan, kun yhtiökohtaisia lähtötietoja ei ole saatavilla. Tietoa sen sijaan on seuraavista kokonaisuuksista: verkon jälleenhankinta-arvo, JHA, verkon nykykäyttöarvo, NKA, keski-ikä, pitoaika, tasapoisto, johtopituus.

Kustannusmielessä mallissa erotellaan ilmajohdot ja maakaapelijohdot. Yksikköhintana käytetään johtokilometrin hintaa. Sitä yksityiskohtaisempaa hintatietoa verkosta ei käytetä. Erottelu ilmajohdon ja maakaapelin hinnan välillä on kuitenkin tarpeen tehdä vaihtoehtoisten investointitapojen kannattavuuden arvioimisen mahdollistamiseksi – maakaapelointihan on luotettavuuden perusvaihtoehto. Johtokilometrin keskihinta lasketaan jakamalla verkon jälleenhankintahinta johtopituudella, siis

$$h_{ka} = JHA / S$$

Kuvassa 2 datapisteet on laskettu kaikille jakeluverkkoyhtiölle tämän kaavan mukaan. Aineisto jakautuu mielenkiintoisesti kahteen osaan. Kaupunkiverkkojen kilometrihintojen taso ja hajonta ovat maaseutuverkkojen vastaavia arvoja korkeampia.



Kuva 25. Johtokilometrin keskihinta kaapelointiasteen funktiona. Aineisto on selkeän kaksijakoinen ja tätä kaksijakoisuutta aineiston tulkintakin seuraa.

Kuvan 2 perusteella haja-asutusalueella ja taajamissa on toisistaan poikkeava kustannusrakenne eli ilmajohtojen ja maakaapeleiden kustannusten suhde, joka oletetaan vakioksi. Sen vuoksi niitä tarkastellaan erikseen. Kuvan 2 jokainen piste j on ilmajohtojen ja maakaapeleiden kustannusten lineaarikombinaatio:

$$y_j = (1 - x_j)h_i + x_j h_k,$$

missä x_j = kaapelointiaste; h_i = ilmajohtojen kilometrihinta, h_k = maakaapelin kilometrihinta; verkkokilometrin hinta = y_j . Maakaapelin kilometrihinnalle pätee $h_k = r_- \cdot h_i$, kun ilma- ja maajohtojen hintasuhdetta merkitään r_- . Toisaalta, kuvan 1 aineiston verkkokilometrin hintaa voidaan kuvata kaapelointiasteen funktiona $y_j = mx_j + b$, jossa parametrit m ja b määritetään lineaarisella regressiolla. Ratkaistaan hintasuhte seuraavasti:

$$\begin{aligned} y_j &= \frac{JHA(t=0, x=x_j)}{S_j} = h_i \cdot (1 - x_j) + r_- \cdot x_j \cdot h_i \quad (h_k = r_- \cdot h_i) \\ \Leftrightarrow y_j &= h_i(r_- - 1)x_j + h_i \quad \wedge \quad y_j = mx_j + b \\ \Leftrightarrow h_i(r_- - 1) &= m \quad \wedge \quad h_i = b \\ \Leftrightarrow r_- &= 1 + \frac{m}{b} \end{aligned}$$

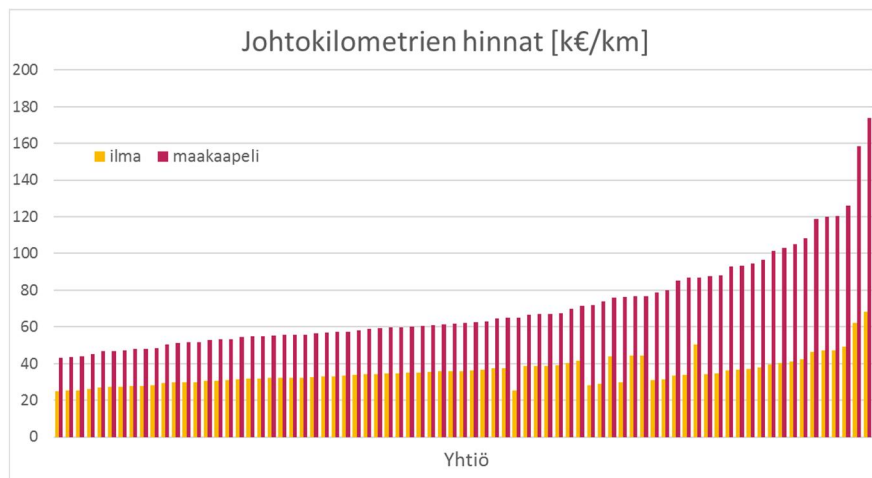
Molemmille pistejoukoille saadaan oma arvo: $r_-(\text{haja})=1,72$ ja $r_-(\text{taajama})=2,55$. Taajamien suurempi kerroin tarkoittaa, että kaapelointi on siellä ilmajohtokustannuksiin verrattuna kalliimpaa kuin haja-asutusalueilla. Ilmajohdon kilometrikustannus kullekin yhtiölle j lasketaan r_- -kertoimen avulla seuraavasti:

$$\begin{aligned} y_j &= h_{i,j}(1 - x_j) + x_j r_- h_{i,j} = h_{i,j}((r_- - 1)x_j + 1) \\ \Leftrightarrow h_{i,j} &= \frac{y_j}{(r_- - 1)x_j + 1} \end{aligned}$$

Ja maakaapelille vastaavasti

$$h_{k,j} = \frac{y_j - (1 - x_j)h_{i,j}}{x_j}$$

Vuoden 2016 datojen perusteella päädytään seuraaviin arvoihin, kun tulokset on järjestetty kaapelikilometrin mukaiseen järjestykseen:



Kuva 26. Yhtiökohtaiset johtokilometrikustannukset. Kuvan mukaan ilmajohtokilometrit ovat joissain taajamissa edullisempia kuin haja-asutusalueilla ja sama pätee maakaapelien suhteen.

Haja-asutusalueiden mediaaniarvot ovat 32 ja 57 k€/km ilmajohtoille ja maakaapeleille. Taajamissa vastaavasti 40 ja 94 k€/km. Koko aineiston mediaaniarvot ovat: Ilmajohto 34 k€/km ja maakaapeli 62 k€/km. Jarmo Partanen päätyi tuoreessa julkaisussaan⁷ seuraaviin (kuvaaviin/keskimääräisiin) lukuihin: Ilmajohto 33,4 k€/km ja maakaapeli 62,5 k€/km. Lähes hämmentävää yhdenmukaisuutta tässä laskettujen tulosten kanssa.

1.2 Verkon kehitysohjelma

Malli laatii verkon kehitysohjelman käyttäjän antaman tavoitteen mukaan. Tavoite määritellään säävarman verkon osuutena koko verkosta. Ohjelma toteutetaan oletusarvoisesti 12 vuodessa. Kehitysohjelma on kaikessa yksinkertaisuudessaan sellainen, missä vuoden 2016 säävarman verkon osuus ja tavoiteosuus jaetaan ohjelman pituudella ja joka vuosi muutetaan yhtä suuri kilometrimäärä verkkoa säävarmaksi investoimalla joko kaapelointiin tai vaikkapa siirtämällä ilmajohtot metsästä tien viereen. Viimemainitussa tapauksessa oletetaan, että verkon pituus kasvaa kaapelointikustannuksen verran, eli samaa kustannusta voidaan käyttää molemmissa tapauksissa.

Tälle verkkoinvestoinnille laaditaan myös vaihtoehtoinen suunnitelma. Sen avulla selvitetään, miten nykyinen regulaatiomalli kohtelee toisenlaisia luotettavuuden toteutustapoja. Näitä tapoja ei teknisessä mielessä yksilöidä, vaan niitä tarkastellaan pelkästään erilaisina kustannusrakenteina. Käytännössä niitä voisivat olla esimerkiksi akkujen käyttö, paikallistuotanto esim. dieselillä häiriötilanteissa, huoltosopimus nykyisten ilmajohtojen toimitusvarmuuden jatkuvaan ylläpitoon jne.

1.3 Kehitysohjelman toteuttaminen

Sähköverkko koostuu lukuisista erilaisista komponenteista, mutta mallissa sähköverkko muodostuu verkkokilometreistä, joita on kolmea tyyppiä: kaapelikilometri, ilmajohtokilometri ja

⁷ Jarmo Partanen, Sähkön siirtohinnot ja toimitusvarmuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 43/2018.

säävarma ilmajohtokilometri. Viimemainittu toteutetaan paikallisin ratkaisuin, lokaalikomponentein. Ne eivät itsessään muodosta verkkoa, mutta ne tekevät ilmajohtoverkosta yhtä säävarman kuin perinteisin komponentein toteutettuina, esimerkiksi paikallisen tuotannon avulla. Mallissa verkko koostuu siis kolmenlaisista elementeistä, joita kuvataan joukolla $J=\{ ilma, kaapeli, lokaali \}$. Verkkokilometri koostuu kaikista niistä komponenteista, jotka kokonaisuus tarvitsee toimiakseen.

1.3.1 Verkkokilometrit ikäluokittain lähtötilanteessa

Koska julkisesti ei ole saatavilla tietoa siitä, miten paljon eri vuosina on verkkokilometrejä rakennettu, niin tehdään mahdollisimman yksinkertaisia oletuksia, joiden varassa edetään. Verkko jaetaan ensin kahteen osaan, jotka ovat keski-ikä (T_{KA}) nuoremmat (m_1 ikäluokkaa, mikä on T_{KA} :n kokonaislukuosa) ja keski-ikä vanhemmat (m_2 ikäluokkaa (pitoaika miinus keski-ikä)) verkon osat. Molemmat osat jaetaan vuoden mittaisiin luokkiin siten, että kaikissa verkon keski-ikä nuoremmassa ikäluokassa on yhtä monta kilometriä ja vastaavasti keski-ikä vanhemmissa ikäluokassa on kussakin sama määrä. Keski-ikä nuorempien ikäluokkien keski-ikä on T_{KA1} ja keski-ikä vanhempien T_{KA2} . Johtokilometrejä on kaikkiaan S kappaletta. Näillä merkinnöillä voidaan kirjoittaa yhtälöryhmä, jonka ratkaisuna saadaan vuosiluokan kilometrimäärä keski-ikä nuoremmassa ja vanhemmissa ikäluokassa:

$$\begin{cases} m_1 n_1 + m_2 n_2 = S \\ m_1 n_1 T_{KA1} + m_2 n_2 T_{KA2} = S \cdot T_{KA} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_1 = \frac{1}{m_1} [S - m_2 n_2] \\ n_2 = \frac{S (T_{KA} - T_{KA1})}{m_2 (T_{KA2} - T_{KA1})} \end{cases},$$

missä n_1 kuvaa kilometrimääriä verkon keski-ikä nuoremmassa ja n_2 sitä vanhemmissa ikäluokassa. Siis kaikille verkkotyypeille j pätee alkutilanteessa ($t=t_0$):

$$\begin{aligned} n(\tau, t_0) &= n_1, & \tau &\leq T_{KA} \\ n(\tau, t_0) &= n_2, & \tau &> T_{KA} \end{aligned}$$

missä tekijällä τ viitataan ikäluokkaan.

1.3.2 Verkon rakenne

Verkon perustiedot on koottu taulukoihin 1 ja 2.

Taulukko 2. Verkon perustietoja I.

Suure	2016	2017 ...
Sähköverkko-omaisuuden jälleenhankinta-arvo	JHA_0	$JHA(t)$
Sähköverkko-omaisuuden nykyarvo	NKA_0	$NKA(t)$
Sähköverkko-omaisuuden oikaistut tasapoistot	TP_0	$TP(t)$
Verkon pituus yhteensä	S	S
Verkon keski-ikä	T_{ka_0}	$T_{ka}(t)$
Pitoaika, ilmajohto	T_f	T_f
Pitoaika, kaapeli	T_f	T_f
Pitoaika, lokaali	T_L	T_L
Keski-ikä, ilmajohto	Tka_{i_0}	$Tka_i(t)$
Keski-ikä, kaapeli	Tka_{k_0}	$Tka(t)$
Keski-ikä, lokaali	Tka_{L_0}	$Tka_L(t)$
Muutosjakson pituus/muutosjaksoa jäljellä	M_0	$M(t)$

Sarake 2016 kuvaa nimensä mukaisesti lähtötilannetta. Sen numeroarvot joko ovat julkisia tai ne lasketaan julkisten tietojen perusteella. Sarakkeen 2017 soluissa olevin funktioin lasketaan ko. rivin suureen arvo kaikkina tulevin ajanhetkinä. Riveillä, joilla on sama tekijä molemmissa sarakeissa, ei tapahdu muutosta yli ajan, eli ko. suure pysyy vakiona.

Verkon jälleenhankinta-arvo on

$$JHA(t) = \sum_j h_j \cdot S_j(t) = h_I \cdot S_I(t) + h_K \cdot S_K(t) + h_L S_K(t),$$

Verkon nykyarvo lasketaan jälleenhankinta-arvon ja verkon ikäominaisuuksien perusteella:

$$NKA(t) = \sum_j NKA_j(t) = \sum_j JHA_j(t) \cdot \left(1 - \frac{T_{ka}^j(t)}{T_f^j} \right),$$

missä T_{ka} on verkon komponentin j keski-ikä ja T_f niiden pitoaika. Keski-ikä muuttuu investointiohjelman ja ikääntymisen johdosta kullekin komponenttiryhmälle erikseen seuraavasti.

$$T_{ka} = \frac{\sum_{\tau} \tau \cdot n(\tau, t)}{\sum_{\tau} n(\tau, t)},$$

missä $n(\tau, t)$ kuvaa ikäluokan τ verkkokilometrien määrää vuonna t .

1.3.3 Verkkokilometrit yli ajan

Verkon ikäluokkien kehitykseen yli ajan vaikuttaa ajan kulumisen: ikäluokka siirtyy yhtä vanhempaan ikäluokkaan joka vuosi ja lopulta, pitoajan päättyessä, poistuu kokonaan. Uusia ikäluokkia tulee mukaan investointien myötä. Näiden lisäksi ennenaikaiset poistumat muuttavat olemassa olevan ikäluokan kokoa.

Aikaindeksejä on nyt kaksi: yksi ikäluokalle, τ , ja toinen tarkasteluvuosille, t . Kilometrimäärä johtoa hetkellä t ikäluokassa τ merkitään $n(\tau, t)$. $u(t)$ kuvaa vuonna t tehtävää investointia (johtokilometrimäärää). Seuraava taulukko 4 havainnollistaa rakennetta.

Taulukko 3. Verkon ikäluokkamalli.

Kalenteri- aika	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6
Ikäluokka							
1	n(1,0)	u(1)	u(2)	u(3)	u(4)	u(5)	u(6)
2	n(2,0)	n(1,1)	u(1)	u(2)	u(3)	u(4)	u(5)
3	n(3,0)	n(2,1)	n(1,2)	u(1)	u(2)	u(3)	u(4)
4	n(4,0)	n(3,1)	n(2,2)	n(1,3)	u(1)	u(2)	u(3)
5	n(5,0)	n(4,1)	n(3,2)	n(2,3)	n(1,4)	u(1)	u(2)

Joka vuosi ikäluokka siirtyy yhden askeleen oikealle ja yhden askeleen alaspäin. Taulukko jatkuu alaspäin 50 vuotta. Laskennassa huomioidaan verkon pitoaikaan kuuluvat vuodet. Pitoaika vaihtelee yhtiöstä toiseen. Maakaapeleilla ja ilmajohtoilla on sama pitoaika, joka on verkon pitoaika. Lokaalitoimenpiteillä on oma pitoaikansa. Laskenta on samanlaista pitoajasta riippumatta. Taulukko jatkuu oikealle niin pitkälle, kuin tarkasteluajanjakso kestää.

Verkko vanhenee ikäluokittain seuraavasti (merkitään: τ =ikäluokka ja t =kalenteriaika)

$$n(\tau, t) = n(\tau - 1, t - 1)$$

eli ikäluokka siirtyy joka vuosi yhden rivin alaspäin ja yhden sarakkeen oikealle yo. taulukossa.

1.3.4 Verkon kehittyminen yli ajan

Tasapoistot määritellään komponenteittain (tässä siis verkkokilometrityypeittäin):

$$TP(t) = \sum_j TP_j(t) = \sum_j \frac{JHA_j(t)}{T_f^j} \cdot idx(t) ,$$

missä idx on kuluttajahintaindeksi. Perustapauksessa asetetaan $idx=1$.

Lisää verkon tietoja kuvataan taulukoissa 2.

Taulukko 4. Verkon perustietoja II.

Suure	2016	2017 ...
Kaapeliosuus/Säävarman verkon osuus	α_0	$\alpha(t)$
Säävarman verkon osuustavoite	α_f	α_f
Muutos vuodessa	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha$
Ilmajohtokilometrejä	SI_0	$SI(t)$
Kaapelikilometrejä	SK_0	$SK(t)$
Lokaalikilometrejä	SL_0	$SL(t)$
Säävarman verkon nettolisäys vuodessa	$\Delta S(0)$	$\Delta S(t)$

Kaapeliosuus on alkuarvo ja se saadaan julkisista lähteistä. Kehitysohjelma lasketaan käyttäjän antaman säävarman verkon osuustavoitteen mukaisesti jakamalla alkutilanteen ja tavoitteen osuus tasan muutosjakson vuosille:

$$\Delta\alpha = \frac{\max\{0, \alpha_f - \alpha(0)\}}{M_0}$$

Jos jo alkutilanteessa yhtiön säävarman verkon osuus ylittää tavoitteen, ei säävarman verkon osuutta luonnollisestikaan lisätä, vaan verkkoa vain ylläpidetään. Yllä lasketun suuruinen muutos toteutetaan vuosittain niin pitkään kuin funktio $M(t)$ saa positiivisia arvoja:

$$M(t) = M_0 - t$$

Seuraavaksi lasketaan verkossa tapahtuvat muutokset, taulukko 4.

Taulukko 5. Toimenpideohjelman toteuttamisen verkkomuutokset yhteensä. A-sarake kuvaa luotettavuuden lisäämistä kaapeloimalla (investoimalla regulaatiomallin hyväksymän toimii) ja L-sarake toimenpiteillä, jotka eivät välttämättä tällä hetkellä kuulu regulaatiomallin piiriin, kuten esim. paikallistuotannolla (tästä nimi lokaali).

Suure	2016	2017 ...	
		A	L
Poistuma			
Ilmajohto [km]		$N_{ik=T_f}^I(t-1)$	$N_{ik=T_f}^I(t-1)$
Kaapeli [km]		$N_{ik=T_f}^K(t-1)$	$N_{ik=T_f}^K(t-1)$
Lokaali [km]			$N_{ik=T_L}^L(t-1)$
Investointi			
Ilmajohto [km]		$I_I(t)$	$I_I^L(t)$
Kaapeli [km]		$I_K(t)$	$I_K^L(t)$
Lokaali [km]			$I_L^L(t)$
Vuosimuutos			
Ilmajohto [km]		$\Delta S_I(t)$	0
Kaapeli [km]		$\Delta S_K(t)$	0
Lokaali [km]			$\Delta S_L(t)$
Johtokilometrin kustannus			
Kaapeli per ilmajohto -kustannuskerroin	r_{-}	r_{-}	r_{-}
Keskikustannus [k€/km]	h_{ka}	h_{ka}	h_{ka}
Ilmajohtokustannus [k€/km]	h_i	h_i	h_i
Kaapelikustannus [k€/km]	h_k	h_k	h_k
Lokaalikustannus [k€/km]	h_L		h_L

Poistuma perustuu vuosiluokkien dynamiikkaan. Vuonna t poistuu ikäluokka, joka edeltävänä vuonna oli pitoajan ikäinen. Funktio $N(t)$ kuvaa vuonna t ikääntyvän verkkotyyppi j :n poistuvan kilometrimäärän.

Ilmajohtoja voidaan joutua poistamaan ennenaikaisesti puhtaasti kaapeli-investoinneilla toteutettavissa toimitusvarmuusparannusohjelmissa, jos uudistusvauhti ylittää ilmajohtojen luonnollisen poistuman. Ennenaikaiset romutukset kohdistetaan samalla todennäköisyydellä kaikkiin alkutilanteen ($\tau > t$) ikäluokkiin. Kullekin kohdeikäluokalle, joita on siis $T_f - t$ kappaletta, lisäpoistuma on siis

$$\Delta n(t) = \frac{\max \left\{ 0, \Delta S(t) - N_{ik=T_f}^I(t-1) \right\}}{T_f - t}$$

Jos verkon ikäluokkarakenne on sellainen, että keski-ikää nuoremmat ikäluokat ovat kilometrimääriltään suurempia kuin keski-ikää vanhemmat, niin pelkästään ikäpoistuman korvaaminen johtaa verkon arvon jatkuvaan alenemiseen. Se johtuu siitä, että ikäluokat vanhenevat vuoden vuodessa ja jos poistuva ikäluokka on keskimääräistä ikäluokkakokoa pienempi, niin verkon arvo alenee. Verkon jälleenhankinta-arvon ylläpito edellyttäisi silloin samanlaista lisäpoistumaa kuin toimitusvarmuuden parantamisen tapauksessa. Tätä mahdollisuutta ei laskentamallissa tällä hetkellä ole.

Yllä laskettu urkukilometrien määrä vähennetään ilmajohtojen vuosiluokkakilometreistä siirtymän yhteydessä seuraavasti:

$$n(\tau, t) = n(\tau - 1, t - 1) - \Delta n(t)$$

Vuonna t tyyppiä j olevien verkkokilometrien määrä summa yli ikäluokkien τ :

$$S_j(t) = \sum_{\tau}^{T_j} n_j(\tau, t),$$

Missä T_j merkitsee verkkotyyppi j :n pitoaikaa.

Investointi perustuu muutosjaksolla luotuun investointiohjelmaan ja sen jälkeen ylläpitoon. A-tapauksessa investoinnit ohjelman toteuttamiseksi ovat seuraavat (investointi voi olla negatiivinen riittävän poistuman toteuttamiseksi, jos ikääntymiseen perustuva poistuma ei ole riittävän suuri). L-tapauksessa verkkoinvestoinneilla korvataan pelkästään ikääntymiseen perustuva poistuma.

$$I_I(t) = N_{ik=T_f}^I(t-1) - \Delta S(t)$$

$$I_K(t) = \Delta S(t) - N_{ik=T_f}^K(t-1)$$

$$I_I^L(t) = N_{ik=T_f}^I(t-1)$$

$$I_K^L(t) = N_{ik=T_f}^K(t-1)$$

Vuosimuutos kokonaisuudessaan on seuraava:

$$\Delta S^I(t) = I_I(t) - N_{ik=T_f}^I(t-1)$$

$$\Delta S^K(t) = I_K(t) - N_{ik=T_f}^K(t-1)$$

A-tapauksessa ilmajohtoa poistuu vuosimuutoksen verran, joko luonnollisen poistuman kautta tai ennaikaisesti purkamalla. Kaapelia vastaavasti rakennetaan vuosimuutoksen verran, jolloin nykykaapelin poistuma lisää vuosi-investointia. L-tapauksessa nykyverkko ylläpidetään, eli investoinnit ovat poistuman suuruiset. Muutos toteutetaan paikallisin (lokaalein) toimenpitein vastaavalle kilometrimäärille kuin A-tapauksessa.

A-strategialla tuotetun toimitusvarmuuden parannuksen vuosi-investointi lasketaan seuraavasti: vuosikustannuksesta (muutosinvestointi + ylläpitoinvestointi) vähennetään ensin mahdolliset ennaikaiset purut, $V_R(t)$, sekä L-strategian verkon ylläpitoinvestoinnit:

$$C_L^0(t) = \left[\sum h_j \Delta S_A^j(t) \right] + \left[\sum h_j I_A^j(t) \Big|_{I_A^j \geq 0} \right] - V_R(t) - \left[\sum h_j \Delta S_B^j(t) \right]$$

Tämä luku muutetaan *verkkoinvestoinnin* pitoajan mukaiseksi vuosikustannukseksi annuiteetikertoimella $a(T_i, i)$. Tämä on se vuosikustannus, jota kerrotaan lokaalitoimenpiteen kustannuskertoimella r_L . Sen suurin arvo voidaan määritellä ykköseksi, ts. lokaalitoimenpide saa

silloin olla kaapeli-investoinnin suuruinen. Tässä ollaan kiinnostuneita nimenomaan toimenpiteistä, jotka ovat kaapli-inveestointeja edullisempia, joten joku luku nollan ja ykkösen väliltä on sopiva kerroin.

$$c_L(t) = r_L \cdot a(T_f, i) \cdot C_L^0(t)$$

Vuosikustannus jaetaan lokaalitoimenpiteen investoinnin vuosikustannukseksi (FX) ja opex-kuluksi toimenpiteen kustannusrakenteen mukaisesti kertoimella ρ :

$$c_L^{FX}(t) = (1 - \rho) \cdot c_L(t)$$

$$c_L^{opex}(t) = \rho \cdot c_L(t)$$

Lokaali-investoinnin vuosikulu muutetaan pääoma-arvoiksi nykyarvokertoimella, joka on annuiteettikertoimen käänteisluku $v()$:

$$v(T_L, i) = \frac{1}{a(T_L, i)}$$

$$K_L^{FX}(t) = v(T_L, i) \cdot c_L^{FX}(t)$$

Lokaalitoimenpiteiden vuosikustannus muunnetaan **kustannukseksi kilometria kohti**, koska sitoutuneen pääoman hetkellinen määrä on silloin helppo laskea verkon rakenteen avulla:

$$h_L^{FX}(t) = \frac{K_L^{FX}(t)}{\Delta S(t)}$$

$$h_L^{opex}(t) = \frac{c_L^{opex}(t)}{\Delta S(t)}$$

$\Delta S(t)$ on vuosittainen lisäys niiden verkkokilometrien määrään, johon toimitusvarmuuden parantamisen toimenpiteet kohdistuvat.

Lokaali-investointien JHA-arvo lasketaan kilometrikustannuksen avulla yksinkertaisesti:

$$JHA_L^{FX}(t) = S_L(t) \cdot h_L^{FX}(t)$$

Missä $S_L(t)$ on lokaalikirilometrien määrä.

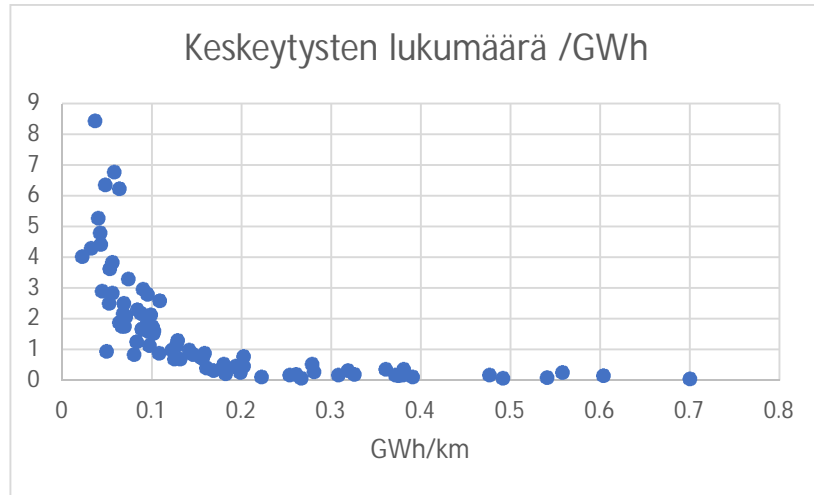
Muuttuvien kulujen kapitalisointi **lokaalikannustimen** $LK(t)$ laskemiseksi käy nyt yhtä helpposti laskemalla opex-kulujen nykyarvo yli pito- tai sopimusajan T_L ja jakamalla se koko verkon vastaavalla pitoajalla T_f .

$$LK(T) = \frac{v(T_L, i) \cdot h_L^{opex}(t) \cdot S_L(t)}{T_f} = \frac{K^{opex}(t)}{T_f},$$

missä $K^{opex}(t)$:llä on merkitty synteettistä opex-pääoman nykyarvoa.

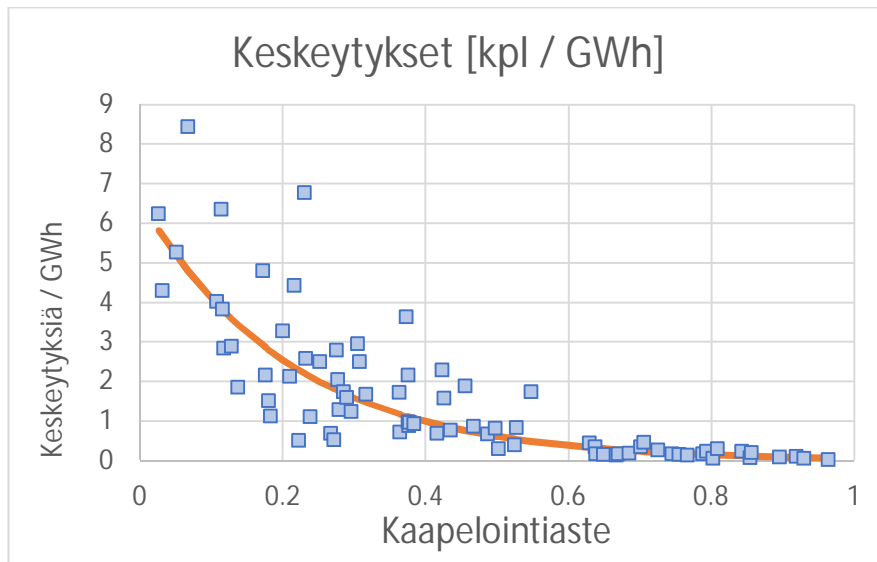
1.4 KAH-kustannusten malli

Luotettavuuden lisääntyminen on mallissa kuvattava sellaisella suureella, johon investoimalla voidaan vaikuttaa. Helposti mieleen tuleva lähestymistapa on sitoa (energialla normeerattu) keskeytysten lukumäärä jakelun energiatiheuteen, eli luovutettuun energiamäärään kilometriä kohti, GWh/km, Kuva 27.



Kuva 27. Keskeytysten lukumäärän ja jakelun energiatiheuden välinen riippuvuus.

Vaikka tekijöiden keskinäisriippuvuus on selvä, niin ongelmaksi muodostuu se, että investoimalla verkkoon ei voi kasvattaa energiatihelyä (eli liikkua x-akselilla oikealle). Voiko tätä suuretta käyttää osana muutoksen arviointia? Ennen tähän kysymykseen vastaamista tarkastellaan keskeytyksien selittämistä kaapelointiasteella.



Kuva 28. Keskeytyksien määrä kaapelointiasteen funktiona ja aineistoon sovitettu malli.

Kuvassa erottuu kaapelointiasteen 0,6 ylittävien yhtiöiden rypäs. Se muodostuu kaupunkilaitoksista. Yleisesti, keskeytyksien määrä vähenee, kun kaapelointiaste kasvaa, eli jäljellä oleva kaapelisoitavissa oleva verkon määrä pienenee. Kuvan perusteella luotettavuuden lisäys kytkeytyy kaapelointiasteeseen. Aineistoon on sovitettu malli

$$y = b \cdot m^x,$$

missä x on kaapelointiaste (b saa arvon 115.86, $m=0.057$).

Laajennetaan analyysiä ja otetaan mukaan jakelun energiatiheys. Samalla siirrytään keskeytyslukumääristä keskeytyksistä aiheutuvan haitan (KAH) rahamääräiseen arviointiin. Se tehdään regulaatiomallin mukaisin keskeytyslajikohtaisin kustannuskertoimin alla olevan taulukon mukaisesti.

Taulukko 6. Keskeytyksistä aiheutuneet yksikköhinnat [Energiavirasto 2015].

Odottamaton keskeytys		Suunniteltu keskeytys		Aikajälleen- kytkentä	Pikajälleen- kytkentä
$h_{E,odott}$	$h_{W,odott}$	$h_{E,suunn}$	$h_{W,suunn}$	h_{AJK}	h_{PKK}
€/ kWh	€/ kW	€/ kWh	€/ kW	€/ kW	€/ kW
11,0	1,1	6,8	0,5	1,1	0,55

KAH-kulut ovat laskennallisia haittakustannuksia – yhtiöt eivät maksa sen mukaisia kustannuksia asiakkaille. Keskeytyksistä johtuvat todelliset korvaukset ovat eri asia. Oheinen taulukko kertoo maksettavien korvausten määräytymisen.

Taulukko 7. Vakiokorvauksen määrä sähkönkäyttäjän vuotuisesta siirtopalvelumaksusta [Energiavirasto].

Keskeytysaika	12-24 h	24-72 h	72-120 h	120-192 h	192-288 h	288 h ...
Korvaus	10 %	25 %	50 %	100 %	150 %	200 %

Sähkön loppukäyttäjälle kalenterivuoden kuluessa maksettavien vakiokorvausten määrä on kuitenkin enintään 200 prosenttia vuotuisesta siirtopalvelumaksusta tai 2 000 euroa.

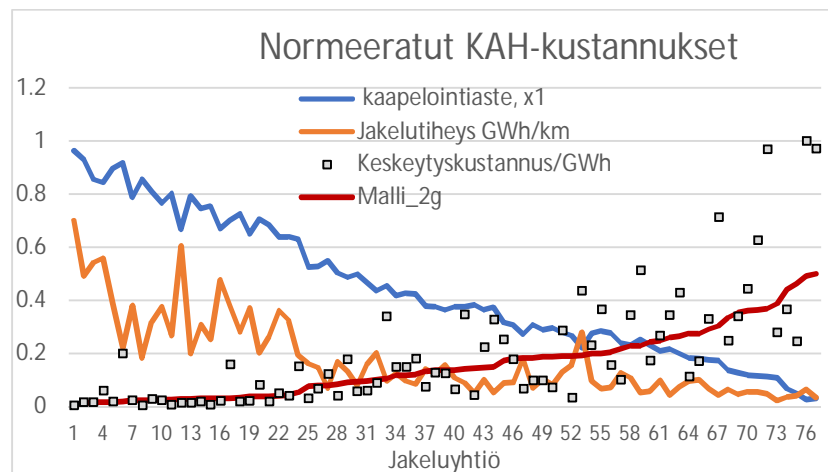
Vuonna 2016 keskeytysten lukumäärät taulukon 2 mukaisissa luokissa olivat seuraavat:

Taulukko 8. Keskeytysten lukumäärät alle ja yli 60 % kaapelointiosuuksissa [Energiavirasto 2017].

Keskeytysaika	12-24 h	24-72 h	72-120 h	120-192 h	192-288 h	288 h ...
Alle 60%	69 633	35 024	28	21	6	15
Yli 60%	113	8	1	2	0	0

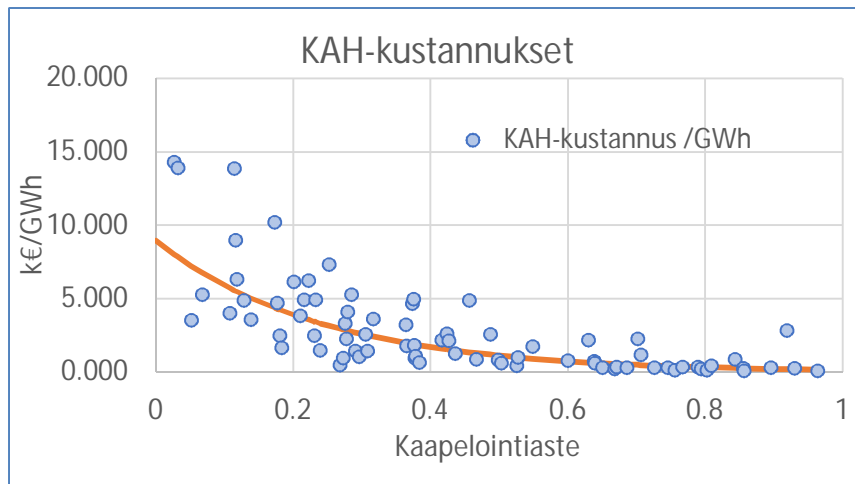
Yli 60 % kaapelointiasteet saavutetaan kaupungeissa. Tällaisten yhtiöiden lukumäärä aineistossa on 24. Alle 60 % yhtiöitä on aineistossa 53 kappaletta.

KAH-kuluja käytetään laatukannustimen laskennassa ja sitä kautta ne vaikuttavat jakeluyhtiön tulokseen kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 29. KAH-kustannusten selittäjät.

Kuva 29:ssä jakeluyhtiöt on laitettu järjestykseen aineistoon sovitettun mallin tulosten mukaan. Jakelutiheys ja kaapelointiaste ovat muutoksen päälinjoiltaan hyvin samanlaista. Suurille kaapelointiasteille on tyypillistä jakelutiheyden voimakas vaihtelu, eli kaapelointia on sovellettu energiatihedeltään sängen erilaisilla alueilla. Keskeytyskustannus on pääosin alhainen, kun kaapelointiaste on suuri. Jakelutiheyden kustannusten selitysvoima on vaatimaton, minkä vuoksi se jätetään mallista pois. Tällöin päädytään KAH-kustannusten, Kuva 4, mukaiseen tilanteeseen:

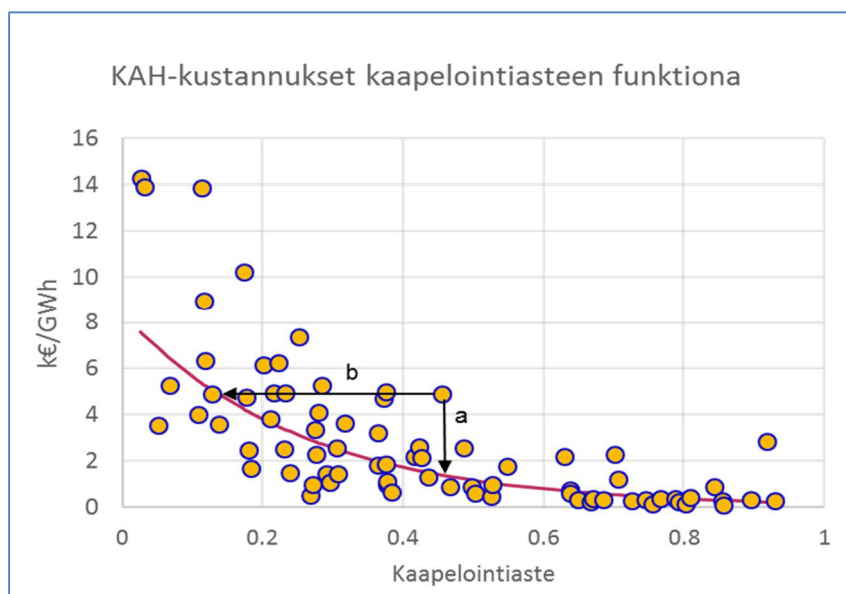


Kuva 30. KAH-kustannus kaapelointiasteen funktiona.

Kuva 4:n mukaan kaapelointiasteen alentaessa kustannukset alenevat hyvin lähelle nollaa kaapeloinnin myötä. Jos esimerkiksi lähtötilanne kaapelointiasteelle on 0,3 ja toimitusvarmuustavoite toteutuu kaapelointiasteella 0,65, niin tavoitteessa KAH-kulut ovat pienentyneet neljännekseen lähtötilanteen tasosta.

Jos tarkastellaan vain 0,6 ylittävää kaapelointiastetta, niin KAH-kustannuksissa ei juurikaan tapahdu enää laskua kaapelointiasteen kasvun myötä. Sen mukaan kaapelointiasteella kuvattun toimitusvarmuustavoitteen voi asettaa esimerkiksi arvoon 0,6. Yhtiöt, joilla kaapelointiaste ylittää jo alkutilanteessa tuon lukeman, tekevät tarkastelujaksolla vain ylläpitoinvestointeja. Muut yhtiöt kaapelioivat, tai tekevät muita vastaavia luotettavuutta lisääviä toimia aina 60% kaapelointiastetta vastaavaan luotettavuuteen saakka.

Kuva 31:n tuloksia voidaan soveltaa ainakin kahdella, Kuva 31: a) Pidetään kiinni kaapelointiasteesta, jolloin suhteellinen muutos kaapelointiasteessa johtaa kaikilla yhtiöillä samaan suhteelliseen muutokseen KAH-kulujen määrässä - yhtiöiden KAH-kulut tavoitekaapelointiasteessa ovat yksilölliset; b) Pidetään KAH-kulutasoa oikeana, jolloin kaapelointiaste joustaa siten, että se vastaa sovitefunktion KAH-kustannusta. Tällöin Kuva 31:n merkinnöin todellisen kaapelointiasteen kasvaessa 0,45 vaikkapa 0,6, muuttuu laskennallinen kaapelointiaste 0,15:sta 0,6: Jokainen prosentti kaapelointiasteen kasvua tuottaa kolmen prosentin kaapelointiasteen nousua vastaavan KAH-kuluvähenemän. Tavoitteessa jokaisen yhtiön KAH-kulut ovat GWh:ta kohden samat ja käyrältä luettavissa.



Kuva 31. Kaksi tulkintaa poikkeamalle. Tässä valitaan tulkinta a.

Kuva 31 mukaista a-tulkintaa käytetään tulevaisuuden KAH-kustannusten laskentaan. Lähtöpiste on tilastoitu kaapelointiaste, x_0 , ja tavoite on käyttäjän antama, x_N . Jos $x_0 > x_N$ ei kaapelointiastetta muuteta. Vuosittain potentiaali muuttuu vakiomäärän ja kustannusmuutos seuraa mallia. Mallissa lasketaan KAH-kustannusmuutoksen osuutena lähtötilanteen arvosta

$$\Delta x = \frac{x_N - x_0}{N} \Rightarrow x(t+1) = x(t) + \Delta x$$

$$a(t) = \frac{q \cdot m^{x(t)}}{q \cdot m^{x_0}} \Rightarrow C_{KAH}(t) = a(t) \cdot C_{KAH}^0$$

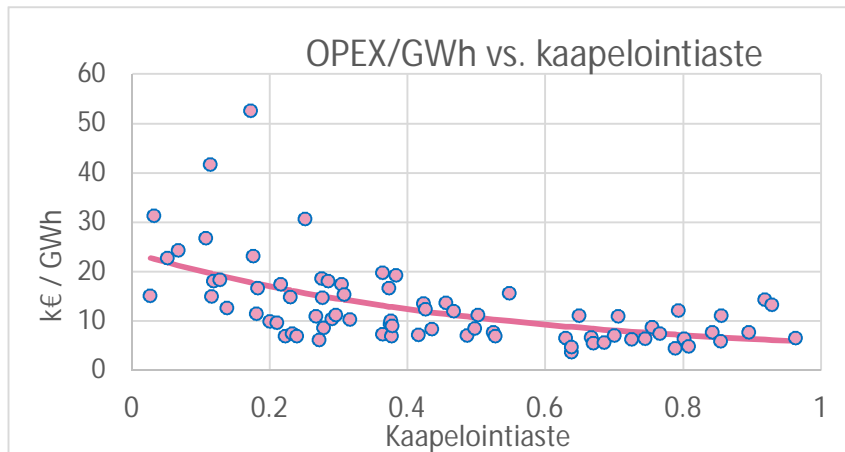
q-indeksin arvo lähtövuotena on 1 ja siitä se lähtee alenmaan yritysaineiston perusteella laskettujen parametrien mukaisesti ($q=8,968$; $m=0,016$). KAH kustannukset, C_{KAH} , lasketaan kannustimien käsittelyn yhteydessä, jonne parametri β :n arvo välitetään.

Kuva 31:n mukaan KAH-kulujen määrä putoaa dramaattisesti kaapeloinnin myötä. Kaapelipotentiaalin arvolla 0,8 kulut ovat noin 4 k€/a. Kun potentiaalin arvo putoaa 0,4:ään, niin kustannus on enää noin 0.8 eli 20 % alkuperäisestä arvosta. Jos lähtöpiste on esim. 0,9 ja tavoite 0,3, niin tällöin alkuperäisistä KAH-kuluista on jäljellä ehkä 3 %.

1.5 OPEX-kulujen malli

Kun säävarman verkon tavoiteosuus on valittu, niin malli laatii investointisuunnitelman, jossa tavoite saavutetaan vakiomittaisin askelin lähtötilanteen kaapelipotentiaalista. Kaapelointiaste vaikuttaa OPEX-kuluihin

Kaapelipotentiaali vaikuttaa jakelun OPEX-kuluihin Kuva 5:n mukaisesti.



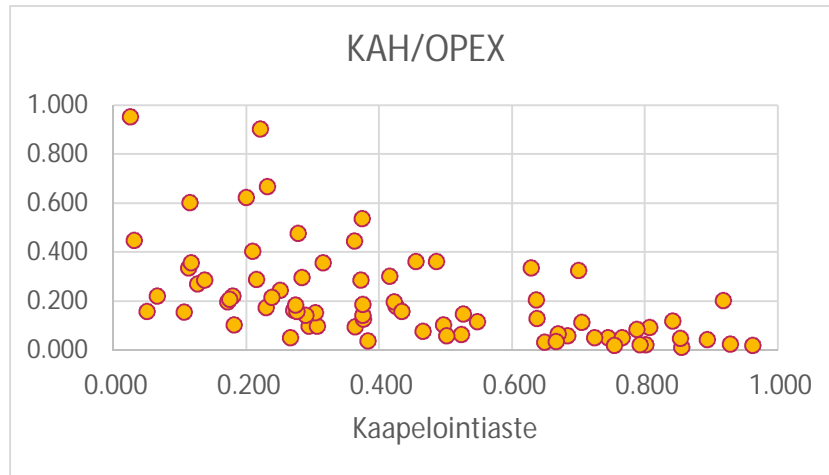
Kuva 32. Normeerattujen OPEX-kulujen ja kaapelipotentiaalin yhteys.

Kaapelipotentiaali selittää kuvan perusteella hyvin OPEX-kulujen muutosta. Sovitettua mallia käytetään OPEX-kulujen kehityksen kuvaamiseen samalla tavalla kuin KAH-kulujenkin tapauksessa ($m=0.16$, $q=22.54$):

$$\Delta x = \frac{x_N - x_0}{N} \Rightarrow x(t+1) = x(t) + \Delta x$$

$$b(t) = \frac{q \cdot m^{x(t)}}{q \cdot m^{x_0}} \Rightarrow C_{OPEX}(t) = b(t) \cdot C_{OPEX}^0$$

OPEX-kulut sisältävät keskeytyksistä johtuvat asiakkaille maksetut todelliset korvaukset, mutta niiden määräytymisperusteet ovat toiset kuin laskennallisten KAH-kulujen eikä niiden määrät luonnollisestikaan ole yhtenevät. KAH- ja OPEX-kulujen suhdetta havainnollistaa, Kuva 33.



Kuva 33. Keskeytyshaitan ja OPEX-kulujen suhde.

Kuten aiemmat kuvat jo kertoivat, KAH-kulut, tai oikeastaan keskeytykset, jotka synnyttävät osan OPEX-kuluista, alenevat suhteessa kaikkiin OPEX-kuluihin kaapeloinnin lisääntyessä. Tämä on tietysti se, mitä kaapeloinnilla haetaan: keskeytysten aiheuttamien haittojen ja kulujen alentamista. OPEX-kulut vähenevät kaapeloinnin myötä, mutta suhteellisesti selvästi vähemmän kuin keskeytyskulut.

Jos regulaatiomallin kehitysskenaariossa tehdään uusia oletuksia OPEX-kulujen kehityksestä, ne kuvataan tapauskohtaisesti asianomaisessa kohdassa.

2. Valvontamenetelmämoduuli

Moduuli perustuu Energiaviraston Excel-mallin Kohtuullinen tuotto –välilehden laskentakäyttöön. Se kokoaa laskennan aineiston ja antaa kohtuulliselle tuotolle euromääräisen arvon, jonka jälkeen voidaan tilikauden tulos laskea. Siitä määrittyy, onko liikevaihtoa (tariffia) syytä nostaa (alijäämä) vai laskea (ylijäämä). Taulukon rakenne ylhäältä alas keskeisten otsakkeiden avulla kuvattuna on seuraava.

Taulukko 9. Kohtuullisen tuoton laskentataulun rakenne.

OIKAISTU TASE	2016	2017 ...
Vastaavaa		
Pysyvät vastaavat		
Vaihtuvat vastaavat		
Vastattavaa		
Oma pääoma		
Vieras pääoma		
Korollinen		
Koroton		
TULOSLASKELMAN OIKAISU		
Liikevoitto	LV(0)	LV(t)
Liikevoittoon palautettavat erät		
Investointikannustin	TP(0)	TP(t)

Laatukannustin	KAN(0)	KAN(t)
Tehostamiskannustin	KAN ₂ (0)	KAN ₂ (t)
Innovaatiokannustin	=0	=0
Toimitusvarmuuskannustin	=0	TVK(t)
Toteutunut oikaistu tulos	TOT(0)	TOT(t)
Pääoman keskikustannus	WACC(0)	WACC(t)
Korollisen vieraan pääoman määrä	KVP(0)	KVP(t)
Oman pääoman määrä	OP(0)	OP(t)
Kohtuullinen tuotto	KT(0)	KT(t)
TILIKAUDEN YLI-/ALIJÄÄMÄ	TYA(0)	TYA(t)

Yllä oleva taulukko on yleiskuva siitä, mitä jatkossa seuraa: Taulukon 8 osa-alueet käydään yksityiskohtaisesti läpi ylhäältä alas. Samalla kuvataan se, miten yllä oleva taulukko laadittuissa mallissa konstruoidaan, mitä siihen lisätään ja miten se muuttuu dynaamisesti yli ajan.

Valvontamallissa tuloslaskelman oikaisu lähtee liikkeelle palauttamalla liiketulokseen tietyt erät, mm. poistot, ja lisätään kaikkien kannustimien arvot, jolloin päädytään oikaistuun tulokseen.

2.1 Vastaavaa

Vastaavaa-osioissa vain sähköverkon rakentaminen, eli verkon nykykäyttöarvon, NKA; muutos muuttaa vastaavien arvoa. Muut erät pidetään vakioina koko tarkastelujakson aikana.

Taulukko 10. Vastaavaa-tili.

Vastaavaa	2016	2017...
Pysyvät vastaavat		
Sähköverkko oikaistussa nykykäyttöarvossa	NKA(0)	NKA(t)
Muut pysyvät vastaavat tasearvossa	V ₁	V ₁
Vaihtuvat vastaavat		
Vaihto-omaisuus tasearvossa	V ₂	V ₂
Myyntisaamiset tasearvossa	V ₃	V ₃
Oikaistun taseen loppusumma	OTL(0)	OTL(t)
Vastaavaa yhteensä	OTL(0)	OTL(t)

Vain kirjaimin ilman aikaindeksiä merkityt suureet ovat vakioita. NKA-arvo kopioidaan tähän verkkomodulista. Oikaistun taseen loppusumma, OTL(t), voidaan kirjoittaa verkon nykykäyttöarvon ja vakioiden V_p summana:

$$OTL(t) = NKA(t) + \sum_p V_p,$$

ja tätä lauseketta käytetään seuraavassa luvussa.

2.2 Vastattavaa

Taulukko 11 kuvaa vastattavaa-osion vakiotermit ja muuttujat.

Taulukko 11. Vastattavaa-osio valvontamenetelmässä.

Vastattavaa	2016	2017 ...
Oma pääoma		
Oma pääoma tasearvossa	OP ₁	OP ₁
Annetut konserniavustukset (oman pääoman osuus)	OP ₂	OP ₂
Poistoero muista kuin sähköverkon hyödykkeistä (oman pääoman osuus) ja vapaaehtoiset varaukset	OP ₃	OP ₃
- Saadut konserniavustukset (oman pääoman osuus)		
Oikaistun taseen tasausera (oman pääoman määrän täsmäys)	TE(0)	TE(t)
Vieras pääoma		
Korollinen		
Korolliset velat tasearvossa	KV(0)	KV(t)
Pääomalainat tasearvossa	VP ₁	VP ₁
- Annetut mutta maksamattomat korolliset konserniavustukset (oman pääoman osuus)	-VP ₂	-VP ₂
Koroton		
Verkon liittymismaksut 31.12.2004 tasearvoonsa (vastaavaa=vastattavaa)	VP ₃	VP ₃
Muut korottomat velat tasearvoonsa	VP ₄	VP ₄
- Annetut mutta maksamattomat korottomat konserniavustukset (oman pääoman osuus)	VP ₅	VP ₅
Pakolliset varaukset tasearvossa	VP ₆	VP ₆
Muiden kuin sähköverkon hyödykkeiden poistoeron vieraan pääoman osuus	VP ₇	VP ₇
Oikaistun taseen loppusumma	OTL(0)	OTL(t)
Vastattavaa yhteensä	OTL(0)	OTL(t)

Omaa pääomaa määritettäessä tasausera mukautuu siten, että vaatimus vastaavaa on yhtä suuri kuin vastattavaa, eli

$$[\text{vastaavaa}] = \text{vastattavaa} = [\text{oma pääoma}] + [\text{vieras pääoma}]$$

$$\left[NKA(t) + \sum_p V_p \right] = \left[TE(t) + \sum_k OP_k \right] + \left[KV(t) + \sum_l VP_l \right]$$

Vastaavaa-puolella on verkon nykykäyttöarvo, joka on muuttuja ja vakiona säilyvät muut erät. Vastattavaa-puoli koostuu omasta pääomasta (ensimmäinen sulkulauseke oikealla) ja vieraasta pääomasta (jälkimmäinen sulkulauseke). Oma pääoma muodostuu vakiona pysyvistä summalausekkeista ja tasauserästä, $TE(t)$, jonka arvo muuttuu siten, että vaatimus "vastaavaa = vastattavaa" säilyy. Korollisen vieraan pääoman muodostavat alkutilanteessa olevat lainat ja simuloinnin aikana otetut lainat, joiden summa on $KV(t)$. Lisäksi tulee vielä vakiona

pysyvät korottomat erät. Jos (kassavirtamoduulissa määräytyvä) lainanotto kasvaa voimakkaasti, on tasauserän vastaavasti pienennettävä, jotta yhtäsuuruus yo. yhtälössä säilyy. Sen vuoksi oma pääoma voi saada myös negatiivisia arvoja.

2.3 Tuloslaskelman oikaisu ja oikaistun tuloksen laskenta

Laskentamalli perustuu suoraan Energiaviraston laatimaan malliin. Pyrkimys on hyödyntää olemassa olevaa kehikkoa mahdollisimman pitkälle tuomalla siihen vain välttämättömät uudet elementit

2.3.1 Liiketulos

Energiaviraston ”Kohtuullinen tuotto” -laskentamalli lähtee oikaisemaan tuloslaskelmaa liikevoitosta, joka otetaan em. laskentamallin tuloslaskelma-välilehdeltä. Tässä kuvattavassa mallissa liikevaihto määräytyy pitkän aikavälin tavoitteen mukaisesti ja se siirretään sieltä tähän ja tuloslaskelman alkuosa toistetaan tässä selkeyden vuoksi.

Liikevaihdosta vähennetään muuttuvat kulut, poistot ja vakioerä, jolloin saadaan liiketulos. Siitä jatketaan kuten alkuperäisessä laskentakaaviossa. Vuoden 2016 tulos perustuu vuoden 2016 julkaistuihin tietoihin ja tulevat vuodet lasketaan kehityksen mukaisesti, Taulukko 12.

Taulukko 12. Liikevaihdosta liiketulokseen.

	2016	2017 ...
Liikevaihto	$LV(0)$	$LV(t)$
- OPEX-kulut	$OPEX(0)$	$OPEX(t)$
- Vuoden 2016 poistot	PO_0	PO_0
- Muut tuloslaskelman erät	VE_0	VE_0
- Tarkasteluvuosien investointien poistot		$PO(t)$
- Romutuksen kertapoistot		$KPO(t)$
LIIKETULOS	$LTS(0)$	$LTS(t)$

Kun liikevaihdosta vähennetään taulukossa 12 mainitut erät, päädytään liiketulokseen

$$LTS(t) = LV(t) - [OPEX(t) + PO_0 + VE_0 + KPO(t) + PO(t)]$$

Ajasta riippuvat suureet lasketaan mallissa ja niiden laskemiseen käytettävät yhtälöt on kuvattu ao. kohdassa. Ennenaikaisen verkon romutus huomioidaan kertapoistona. Ne voidaan lisäksi huomioida toimitusvarmuuskannustimena. Romutukset otetaan joka tapauksessa huomioon kassavirtalaskelmassa, jolla kuvataan yrityksen taloudellista tilaa. Ne tulevat myös huomioiduiksi JHA:n ja NKA:n laskennassa

Tuloslaskelman oikaisussa liiketulokseen palautetaan ensin tilinpäätöksen tietyt erät ja sen jälkeen siihen lisätään kannustimien arvot. Saadusta oikaisusta tuloksesta vähennetään sen jälkeen sijoitetun pääoman kohtuullinen tuotto, jolloin päädytään tilikauden yli- tai alijäämään.

2.3.2 Liiketulokseen palautettavat tilinpäätöksen erät

Regulaatiomallin oikaisu lähtee liikkeelle palauttamalla liikevoittoon tietyt erät, Taulukko 13.

Taulukko 13. Liikevoittoon palautettavat erät. Poistoja lukuun ottamatta nämä pysyvät vakiona koko laskennan ajan.

	2016	2017 ...
Liiketulokseen palautettavat tilinpäätöksen erät		
+ Taseen liittymismaksukertymän nettomuutos	LVP_0^1	LVP_0^1
+ Maksetut verkkovuokrat	LVP_0^2	LVP_0^2
+ Suunnitelmanmukaiset poistot liikearvosta	LVP_0^3	LVP_0^3
+ Muihin kuluihin kirjattu verkonosuuden myyntitappio	LVP_0^4	LVP_0^4
- Muihin tuottoihin kirjattu verkonosuuden myyntivoitto	LVP_0^5	LVP_0^5
+ Eriytetyn tilinpäätöksen suunnitelman mukaiset poistot ja arvonalentumiset sähköverkon hyödykkeistä	LVP_0^6	LVP_0^6
- Rahoitusomaisuuden kohtuulliset kustannukset	LVP_0^7	LVP_0^7
- Simuloinnin aikaisten investointien poistot		PO(t)

Liittymismaksukertymän nettomuutosta käytetään siihen, että liiketuloksesta päädytään toteutuneeseen oikaistuun tulokseen tarkastelun perusvuotena 2016. Matkalla liikevaihdosta oikaistuun tulokseen ovat muut erät paitsi laatu- ja tehostamiskannustimien lasketut arvot sekä liittymismaksukertymän nettomuutos tunnettuja. Kannustimille lasketaan arvot (alla) ja sen jälkeen summataan yhteen kaikki tunnetut erät ja verrataan tulosta vuoden 2016 toteutuneeseen oikaistuun tulokseen. Jos eroa on, niin se tulkitaan liittymismaksukertymän nettomuutokseksi LVP_0^1 . Tämä pidetään vakiona koko laskennan ajan.

LVP_0^6 eli 1. vuoden (eli lähtö-) vuoden poistot pidetään vakiona, niin kauan, kun niiden summa ei ylitä alkutilanteen verkon nykyarvoa. Tällöin se nollautuu. Taulukon 13 viimeinen rivi huomioi simuloinnin aikaisten investointien poistot valitun pitoaikataulun mukaan (teknis-taloudellinen pitoaika 45 vuotta, mutta poistoaika voi olla esimerkiksi 25 vuotta).

2.3.3 Kannustimet nykyisessä valvontamallissa

Kannustimien arvojen laskemiseksi on tiedettävä ko. suureen vertailu- tai tavoitearvo ja vuotuinen suureen arvo, jota siihen verrataan. Vertailuarvoja ei ole julkisesti saatavilla, joten ne määritetään alla kuvatulla tavalla. Suureet, joita vertailuarvoon verrataan, lasketaan perusvuoden 2016 tietojen perusteella. Näitä arvoja päivitetään sen mukaan, kun investointiohjelman toteutus etenee.

Seuraavassa taulukossa on rivejä lisätty alkuperäiseen laskentatauluun välituloksia varten. Uusilla riveillä lasketaan välituloksia, joiden ansiosta laskentakaavat yksinkertaistuvat, muuttuvat läpinäkyviksi ja ymmärrettävimmiksi.

Taulukko 14. Kannustimien vaikutusten laskenta.

	2016	2017 ...
Investointikannustin		
- Sähköverkko-omaisuuden oikaistut tasapoistot, TP(t)	$KAN_1(0)$	$KAN_1(t)$
Laatukannustin		
Kehitystrendi vertailutasolle		q(t)
Toteutuneet keskeytyskustannukset (k€)	$KAH(0)$	$KAH(t)$
Keskeytyskustannusten vertailutaso	$KAH_{ref}(0)$	$KAH_{ref}(t)$
+/- Laatukannustimen vaikutus	$KAN_2(0)$	$KAN_2(t)$
Max-arvo kannustimelle	$KAH_{MAX}(0)$	$KAH_{MAX}(t)$
KAH-KAH _{ref}	$\Delta KAH(0)$	$\Delta KAH(t)$
Tehostamiskannustin		
Kehitystrendi vertailutasolle		b(t)
Toteutuneet kontrolloitavissa olevat oper. kustannukset (KOPEX)	$KOPEX(0)$	$KOPEX(t)$
Kohtuulliset kontroll. olevat operat. kustannukset (SKOPEX)	$SKOPEX(0)$	$SKOPEX(t)$
+/- Tehostamiskannustimen vaikutus	$KAN_3(0)$	$KAN_3(t)$
Max-arvo kannustimelle	$OPEX_{MAX}(0)$	$OPEX_{MAX}(t)$
SKOPEX - KOPEX	$\Delta OPEX(0)$	$\Delta OPEX(t)$
SKOPEX-tehostumisparametri	r	r
Innovaatiokannustin	0	0
Toimitusvarmuuskannustin	0	0
= Toteutunut oikaistu tulos (t€)	TOT(0)	TOT(t)

Kun liiketulokseen palautetaan tietyt tilinpäätösten erät ja lisätään kannustimien arvot, saadaan tulokseksi toteutunut oikaistu tulos, joka on julkinen tieto. Sen perusteella tiedetään kannustimien kokonaisarvo, mutta ei sitä, miten se jakautuu eri kannustimille. Koska innovaatio- ja toimitusvarmuuskannustin asetetaan tässä yksinkertaisesti nollassa ja investointikannustimen arvo tiedetään, niin jäljelle jäävä kannustinvaikutus jaetaan laatu- ja tehostamiskannustimien kesken.

2.3.4 Investointikannustin

Investointikannustin lasketaan jakamalla verkon jälleenhankinta-arvo pitoajalla. Itse asiassa, valvontamallissa tämä tehdään jokaiselle komponenttiluokalle erikseen ja tulokset summataan yhteen. Tässä laskentamallissa ei komponenttiluokkia ole, on vain verkkokilometrityyppejä. Jakajana käytetään tilastojen perusteella laskettua ja vakiona pysyvää pitoaika.

2.3.5 Laatukannustin

Laatukannustimen arvon laskemiseksi tarvitaan arvio keskeytyskustannuksista, KAH. Ne lasketaan keskeytystilastojen perusteella käyttäen valvontamallin keskeytyslajikohtaisia kustannusparametreja.

Kannustimien vertailuarvot lasketaan kannustimille määritettyjen maksimiarvojen perusteella: Laatukannustin on korkeintaan 15 % ja tehostamiskannustin enintään 20 % kohtuullisesta

tuotosta. Lasketaan nämä kannustinkohtaiset maksimiarvot yhteen ja verrataan tulosta toteutuneeseen kannustinarvojen summaan. Tästä saadaan toteumakerroin, arvoltaan [0-1], sille, kuinka suuri osa maksimista toteutui vuonna 2016. Jako kannustimien välillä tehdään KAH- ja OPEX-kuluille laskettujen arvojen suhteessa. Kannustimet ovat tällöin suhteellisesti yhtä suuret. Kun kannustimien arvot vuodelle 2016 on laskettu, niin vertailuluvut - tehostamiskannustimelle SKOPEX (sallitut kohtuulliset OPEX-kulut) ja laatukannustimelle keskeytyskustannusten vertailutaso - lasketaan kantalukujen (KAH- ja OPEX-kulut vuonna 2016) arvojen avulla.

Regulaatiomallissa KAH-vertailutaso, $KAH_{ref}(t)$, lasketaan kahdeksan edellisen vuoden energialla painotettuna keskiarvona. Vertailutasoa päivitetään dynaamiseen malliin sopivalla tavalla vuosittain toteutuneiden KAH-kulujen, $KAH^{KJ}(t)$, ja vertailutason erotuksella olettaen sopeutumisajaksi ym. kaksi regulaatiojaksoa eli kahdeksan vuotta (T_{KAH}). Vertailutaso sopeutuu siis dynaamisesti toteutuneeseen kehitykseen: Jos toteutuneet KAH-kulut ovat vertailuarvoa pienemmät, niin vertailutaso alenee ja päinvastoin.

$$KAH_{ref}(t) = KAH_{ref}(t-1) + \frac{1}{T_{KAH}} [KAH(t-1) - KAH_{ref}(t-1)]$$

$$KAH^{KJ}(t) = a(t) \cdot KAH(0)$$

$$\Delta KAH(t) = KAH_{ref}(t) - KAH(t)$$

$$KAH_{MAX} = \omega_a \cdot KT(t), \quad \omega_a = 15\%$$

$$KAN_2(t) = \begin{cases} -\text{sign}(\Delta KAH(t)) \cdot KAH_{MAX}, & |\Delta KAH(t)| \geq KAH_{MAX} \\ -\Delta KAH(t), & |\Delta KAH(t)| < KAH_{MAX} \end{cases}$$

Laatukannustin, KAN_2 , saa positiivisen arvon, jos toteutuneet keskeytyskustannukset ylittävät vertailukustannusten tason ja kääntäen. Kannustimen suurin mahdollinen arvo 15 % ko. vuoden kohtuullisesta tuotosta, $KT(t)$. Keskeytyskulujen kehittymistrendin määrittävä kerroin $a(t)$ on kuvattu luvussa 3.

2.3.6 Tehostamiskannustin

OPEX-kustannusten alentamistavoite lasketaan sangen sofistikoituneella tehokkuusrintamaan perustuvalla menetelmällä. Se tuottaa yhtiökohtaisen tehostamistavoitteen. Tässä laskentamallissa käyttäjä asettaa vastaavan vuosittaisen prosentuaalisen opex-kustannusten alentamisvaatimuksen, jonka perusteella kannustimen arvo lasketaan. Tehostamiskannustimen KAN_3 :n arvo lasketaan seuraavasti:

$$KOPEX(t) = b(t) \cdot KOPEX(0)$$

$$SKOPEX(t) = (1-r)^t \cdot SKOPEX(0)$$

$$\Delta OPEX(t) = SKOPEX(t) - KOPEX(t)$$

$$OPEX_{MAX} = \omega_b \cdot KT(t), \quad \omega_b = 20\%$$

$$KAN_3(t) = \begin{cases} -\text{sign}(\Delta OPEX) \cdot OPEX_{MAX}, & |\Delta OPEX(t)| \geq OPEX_{MAX} \\ -\Delta OPEX(t), & |\Delta OPEX(t)| < OPEX_{MAX} \end{cases}$$

Kannustimen suurin mahdollinen arvo on 20 % ko. vuoden kohtuullisesta tuotosta, $KT(t)$. Käyttäjä määrittää vuosittaisen tavoitekustannuksen alenemisprosentin r , joka on vakio yli tarkastelujakson. Toteutuvat OPEX-kulut kehittyvät verkon investointiohjelman mukaan. OPEX-kulujen kehittymistä ohjaavan $b(t)$ -kertoimen laskenta kuvataan verkkomallia käsittelevässä luvussa.

2.3.7 Kustannusrakenneneutraalin valvontamallin kannustimet

Mukautetussa valvontamallissa tehostamiskannustinta täydennetään toimitusvarmuutta parantavien toimien opex-kuluilla. Sen lisäksi lisätään kokonaan uusi kannustin, **lokaalikannustin**, joka lasketaan sallittujen opex-kulujen perusteella. Se täydentää investointikannustinta tilanteessa, jossa investoinnin sijaan toteutetaan toimenpiteitä, jotka parantavat toimitusvarmuutta kuten kaapeli-investointi, mutta tavalla, joka lisää muuttuvia kustannuksia. Koska valvontamalli kannustaa investointeja, täytyy lokaalikannustin muodostaa investointikannustimen kaltaiseksi, jotta se sopii olemassa olevaan rakenteeseen. Sen vuoksi tässä muodostetaan ”synteettinen” pääomaerä, mikä tarkoittaa sallitusta opex-kuluvirrasta muodostettua aggregaattia.

Sallitut OPEX-kulut muutetaan ensin vuosittaisiksi kilometrikustannuksiksi eli samaan muotoon kuin investoinnit. Ne kohdistuvat laskennallisesti samaan kilometrimäärään kuin kaapeli-investoinnitkin. Merkitään tätä kilometrikustannusta

$$h_{Sopex}(t) = \frac{Sopex_L(t)}{\Delta S(t)}$$

Kunakin vuonna opex-kuluja syntyy verkon säävarmojen kilometrien avulla laskettava määrä

$$H_{Sopex_L}(t) = S_{SV}(t) \cdot h_{Sopex}(t)$$

Lokaalikannustin muodostetaan laskemalla yhteen sallitut ja nykyarvoistetut tulevien vuosien muuttuvat kulut ja jakamalla saatu summa verkon pitoajalla:

$$K_{OPEX_L}(t) = \sum_{\tau=0}^{t+T_L} \left[H_{Sopex_L}(\tau) \cdot \frac{1}{(1+i)^{t-\tau}} \right]$$

$$LK(t) = \frac{K_{OPEX_L}}{T_f}$$

Laskennassa oletetaan, että toimenpide toteutetaan T_L -vuoden ajan. Kyseessä voi olla esimerkiksi verkon ylläpitopalvelun (vierimetsän hoito tms.) ostosopimus. $LK(t)$ on lokaalikannustin, joka saadaan kumulatiivisesta kuluvirrasta jakamalla se verkon pitoajalla. Se huomioidaan pääoman kohtuullista tuottoa laskettaessa kuten muutkin kannustimet.

Tehostamiskannustin täydennetään lokaalitoimenpiteen opex-kuluilla siinä määrin, kun kulut poikkeavat ennakoituista. Jos ne eivät poikkea, niin silloin ne eivät vaikuta tehostamiskannustimen arvoon. Tavoite- tai vertailuarvo on kustannusten ennakoitu taso. Hyväksytyille kuluille on ehkä syytä määritellä ylä- ja alarajat samaan tapaan kuin opex-kuluille on valvontamallissa määritelty tehostamiskannustimen ylä- ja alarajat.

Kun lokaalitoimenpiteen vertailutapaus on maakaapeli-investointi, niin toimitusvarmuuden parantamisen vuosikulut, $TVP(t)$, lasketaan Kuva 9 esitetyllä tavalla:

$$TVP(t) = [I_K(t) - R_{NKA}(t) - I_V(t)] \cdot a(i, T_f) ,$$

missä $I_K(t)$ on maakaapeli-investointiin perustuvan strategian vuosi-investointi, $R_{NKA}(t)$ on romutetun verkonosan nykykäyttöarvo ja $I_V(t)$ on verkon ylläpitoinvestointien arvo. $a(i, T_f)$ on puolestaan annuiteettikerroin, joka määräytyy korkotason i ja verkon pitoajan T_f perusteella.

Sallitut opex-kulut, $Sopex$, lasketaan seuraavasti:

$$TVP(t) = Sopex(t) + a(i, T_L) \cdot I_L(t) \Leftrightarrow Sopex(t) = TVP(t) - a(i, T_L) \cdot I_L(t)$$

missä T_L = lokaalitoimenpiteen pitoaika, I_L = lokaali-investointi.

Tehostamiskannustimeen syötetään sallittujen ja toteutuneiden opex-kulujen erotus:

$$\Delta opex(t) = opex_L(t) - Sopex_L(t)$$

Tätä erotus summataan muihin, "varsinaisiin" opex-kuluihin ja saatua summaa käsitellään kuten opex-kulua ennen täydennystä ja tehostamiskannustimen arvo lasketaan normaaliin tapaan.

2.3.8 Toteutunut oikaistu tulos

Toteutunut oikaistu tulos lasketaan lähtien liikevoitosta, johon palautetaan tietyt tilinpäätöksen erät ja sen jälkeen siihen summataan kannustimien arvot, jolloin päädytään seuraavaan lausekkeeseen:

$$TOT(t) = LVO(t) + \sum_{k=1}^7 LVP_0^k + \sum_{m=1}^3 KAN_m(t)$$

Ensimmäinen summatermi pysyy vakiona koko tarkastelun ajan. Kannustimien arvo elää tilanteen mukaan. Jos yritys toimii tehokkaasti, niin kannustimien arvot ovat negatiivisia eli ne vähentävät tulosta antaen tilaa tariffinostolle.

2.3.9 Kohtuullinen tuotto

Kohtuullista tuottoa laskettaessa käytetään pääoman painotettua kesikustannusta (WACC), jonka Energiavirasto määrittää. Tilikauden 2016 kohtuullinen tuotto on julkinen tieto. Tuoton kantaluvin muodostaa korollisen vieraan pääoman ja oman pääoman summa. Pääomaerät sijaitsevat taseen vastattavaa-osassa.

Taulukko 15. Kohtuullisen tuoton erät.

	2016	2017 ...
Kohtuullinen tuotto		
Pääoman painotettu kesikustannus (WACC)	$WACC(0)$	$WACC(t)$
Korollisen vieraan pääoman määrä	$KVP(0)$	$KVP(t)$
Oman pääoman määrä	$OP(0)$	$OP(t)$
Kohtuullinen tuotto (t€)	$KT(0)$	$KT(t)$
Tilikauden ylijäämä (+) / alijäämä (-) (t€)	$TYA(0)$	$TYA(t)$

Oman pääoman määrä saadaan yksinkertaisesti summaamalla vastattavaa-osion oman pääoman erät yhteen. Vieraan pääoman määrä muodostuu korollisten velkojen määrästä. Kun toteutuneesta oikaistusta tuloksesta (laskettu aiemmin) vähennetään kohtuullinen tuotto, päädytään tilikauden tulokseen.

$$OP(t) = OTT(t) + \sum_{k=1}^4 OP_0^k$$

$$KT(t) = WACC(t) \cdot [OP(t) + KVP(t)]$$

$$TYA(t) = TOT(t) - KT(t)$$

Käyttäjä antaa WACC:n arvon syötteenä. Viimeisen rivin, tilikauden ylijäämän, tulisi pitkällä aikavälillä olla nolla, kun laskennassa huomioidaan yli- ja alijäämät kumulatiivisesti. Laskentamalli toimii näin vuodesta 2017 lähtien. Nollatulokseen päätyminen toteutetaan seuraavassa luvussa kuvatulla tavalla.

3. Mallin taloudellinen toimintaperiaate

Verkkoyhtiön investointiohjelman toteuttaminen toimitusvarmuuden parantamiseksi on keskeinen muutosajuri. Pitkällä aikavälillä jakeluyhtiön oikaistun tuloksen tulee olla kumulatiivisesti nolla. Se tarkoittaa, että sijoitetun pääoman ylivoitto, eli kohtuullisen tuoton ylittävä voitto, nollautuu. Tällöin ei ole tarvetta nostaa eikä laskea jakelun asiakastariffia. Kumulatiivisyys huomioi edellisten ajanhetkien tulospoikkeamat nolasta. Malli toimii tämän periaatteen mukaisesti ja se on toteutettu seuraavasti: Taulukko 16, ja siihen liittyvät suureet ja yhtälöt.

Taulukko 16. Nollatuloksen laskennan suureet.

Tekijä / laskentamallin rivin nimi	2016	2017 ...
Hetkellisen 0-tuloksen liikevaihto		$H_0(t)$
Hetkellinen 0-tulos + kumulatiivinen tulos		$H_0K(t)$
Max. Liikevaihto		$LV_X(t)$
Kumulatiiviseen 0-tulokseen johtava liikevaihto		$K_0(t)$
Hetkellinen voitto / tappio		$HVT(t)$
Sallittu liikevaihto	$LV(0)$	$LV(t)$
Kumulatiivinen voitto/tappio	$KVT(0)$	$KVT(t)$
Liikevaihdon muutos		$\Delta LV(t)$

Yllä olevin merkinnöin voidaan kirjoittaa

$$\begin{aligned}
 H_0(t) &= LV(t) - TYA(t) \\
 H_0K(t) &= H_0(t) - \frac{KVT(t)}{T_s} \\
 LV_X(t) &= LV_s(t-1) \cdot (1+r) \cdot (1-r_E) \\
 K_0(t) &= \min \{ H_0K(t), LV_X(t) \} \\
 HVT(t) &= TYA(t) \\
 LV(t) &= K_0(t) \\
 KVT(t) &= KVT(t-1) + HVT(t) \\
 \Delta LV(t) &= LV_s(t) - LV_s(t-1)
 \end{aligned}$$

Lisäksi on käytetty seuraavia merkintöjä: tilikauden yli-/alijäämä = TYA ; T_s = kumulatiivisen voiton/tappion sopeutumisaika (3 vuotta); r = tariffin suurin sallittu vuosikasvu (15%/a); r_E = energiankäytön vuosimuutos.

Koska mm. verot määräytyvät saman vuoden liiketuloksesta, tulos saadaan iteroimalla (Excel: File-Options-Formulas –lehdeltä ruksi sopivaan ruutuun). Yllä kuvattu laskentatapa johtaa tilikauden tuloksen kumulatiiviseen nollatulokseen, jollei vuosimuutokselle asetettu raja estä tekemästä riittäviä liikevaihdon korjausliikkeitä. Kumulatiivinen voitto/tappio, $KVT(t)$, pitää huolen siitä, että menneet tapahtumat ovat laskennassa mukana. Sen ansiosta vuosituotos menee hallitusti positiiviseksi menneiden tappioiden peittämiseksi.

Tariffin vuosimuutoksen yläraja on tällä hetkellä 15 %. Sama raja pätee liikevaihdonkin, jos energiankäyttö ei muutu, mikä on perustapauksen oletus. Jos kuitenkin tarkastellaan tapauksia, jossa energian käyttö vuosittain vähenee, niin tällöin pienenevä energiamäärä pienentää suurinta sallittua liikevaihtoa: esimerkiksi, jos energian käyttö vähenee 2 % vuodessa, niin tällöin liikevaihto voi kasvaa enintään 12,7 % vuodessa. Laskenta etenee liikevaihdon pohjalta ja tariffi lasketaan lopuksi energiamäärän muutos huomioiden.

4. Kassavirtamoduuli

Kassavirtalaskentaa käytetään tarvittavan lainarahoituksen määrän laskemiseen ja jakeluverkkoyhtiön taloudellisen tilan kuvaamiseen.

4.1 Vapaa kassavirta

Yllä kuvattu valvontamalliin pohjautuva laskenta tuottaa tuloksenaan liikevaihdon ja asiakastariffin, kun investointiohjelmalla toteutetaan riittävä toimitusvarmuustaso. Yhtiön taloudellinen tila ei kuitenkaan selviä regulaatiomallin perusteella, sillä sen tekemät oikaisut on kohdennettu verkkotoimintaan sitoutuneen pääoman kohtuullisen tuoton ja sen myötä liikevaihdon ja asiakastariffin määrittämiseen.

Investointisuunnitelman toteuttamisen todellinen vaikutus verkonhaltijan talouteen kuvataan kassavirtamallilla. Mallin lähtökohta on oikaistu tuloslaskelma ja tulokseksi saadaan vakava-raisuuden tunnuslukuja.

Kun liikevaihdosta vähennetään toiminnan muuttuvat kulut ja suunnitelman mukaiset poistot, päädytään liikevoittoon. Tämä on valvontamallissa tuloslaskelman oikaisun lähtökohta. Kassavirtalaskelma etenee samoin, mutta vaihteittain, Taulukko 16.

Käyttökate saadaan liikevaihdosta vähentämällä siitä käyttökulut ja kiinteänä pysyvät muut erät. Käyttökate ilmaisee, kuinka paljon kassassa on rahaa, kun tuotannon tekemisen kulut on myyntitulosta vähennetty. Poistot edustavat pääoman kulumista. Tässä kohdassa poistoissa huomioidaan myös ennen aikainen verkon purkaminen. Se tuottaa kertapoiston, joka kuvaa poistuvan verkonosan jäljellä olevaa arvoa. Liiketulos voi olla negatiivinen, vaikka käyttökate olisikin positiivinen. Näin käy, jos käynnissä on investointiohjelma, josta seuraa suuret poistot. Vuonna 2016 jakeluverkkoyhtiöiden joukossa oli yksi negatiivisen liiketuloksen yritys.

Lisärahoituksen määrä arvioidaan laskelmalla lisälainatarpeen ilmaiseva rahoitustulos [Autio]. Se saadaan liiketuloksesta vähentämällä siitä verot ja lainojen korot sekä palauttamalla siihen poistot: Näin paljon kassassa on rahaa ennen investointeja.

Kassavirtamoduulista tehdään tässä dynaaminen, eli vuodet kytketään toisiinsa siten, että edellisen vuoden positiivinen kassatulot on käytettävissä seuraavana vuonna investointeihin ja osingon maksuun. Taulukkoon lisätään sen vuoksi rahoitustuloksen jälkeen uusi rivi edellisen vuoden kassavaroja varten. Tarkasteluvuoden rahoitustuloksen lisäksi huomioidaan aiemmin syntynyt ylijäämä, jota voidaan käyttää investointien rahoitukseen.

Jos näin laskettu muokattu vertailuluku on pienempi kuin investointisuunnitelman mukaiset investoinnit, niin lisälainaa otetaan rahoitusmarkkinoilta erotuksen verran. Otettu laina menee taseen vastattavaa-puolelle kasvattaen korollisen vieraan pääoman määrää. Vastaavaa-puolelle menee taas sähköverkko-omaisuuden arvo, joka kasvaa tehdyn investoinnin myötä, kuten verkon kehittämisluvussa kuvataan. Ohessa taulukko laskennan etenemisestä ja asiaan liittyvät laskukaavat:

Taulukko 17. Liikevaihdosta vapaaseen kassavirtaan.

	2016	2017 ...
Liikevaihto	LV(0)	LV(t)
- OPEX-kulut	OPEX(0)	OPEX(t)
- Muut tuloslaskelman erät	VE ₀	VE ₀
Käyttökate	KK(0)	KK(t)
- Poistot	-PST ₀	-PST(t)
LIIKETULOS	LTS(0)	LTS(t)
- Verot	-TAX ₀	-TAX(t)
- Rahoituskustannukset (korot)	-R ₀	-R(t)
+ Poistot	PST ₀	PST(t)
Rahoitustulos	RTS(0)	RTS(t)
Edellisen vuoden ylijäämä		VKV(t-1)
- Lainojen lyhennykset		LY _{SYM} (t)
- Verkkoinvestoinnit		IV(t)
- Lokaali-investoinnit		IL(t)
- Verkon laina		VLR(t)
- Lokaaliratkaisun laina		LLR(t)
Kassavirta ennen osingon-jakoa	KVEO(0)	KVEO(t)
- Osingonmaksun laina		OLR(t)
- Kohtuullinen tuotto	KT ⁰ (0)	KT ⁰ (t)
- Sopeutettu osinko	SKT(0)	SKT(t)
Vapaa kassavirta	VKV0)	VKV(t)

Käyttökate, liikevoitto ja rahoituksen vertailuluku lasketaan seuraavasti:

$$\begin{aligned}
 KK(t) &= LV(t) - OPEX(t) - VE_0 \\
 PST(t) &= PO_0 + PO(t) + POR(t) \\
 LTS(t) &= KK(t) - PST(t) \\
 Vero(t) &= 0,2 \cdot LTS(t) \\
 RTS(t) &= LTS(t) + PST(t) - Vero(t) - R(t)
 \end{aligned}$$

Kassavarat käsitellään käyttöjärjestyksessä verkkoinvestointi - lokaali-investointi - osingot. Sen mukaa laskenta etenee verkkoinvestoinnista alkaen:

$$\begin{aligned}
 VLR(t) &= -\min \{0, RTS(t) + VKV(t) - LY_{SUM}(t) - IV(t)\} \\
 LLR(t) &= -\min \{0, -IL(t) + \max \{0, RTS(t) + VKV(t) - LY_{SUM}(t) - IV(t)\}\} \\
 KVEO(t) &= RTS(t) + VKV(t-1) - LY_{SUM}(t) - IV(t) - IL(t) - VLR(t) - LLR(t)
 \end{aligned}$$

Osingonmaksun lainatarpeeseen vaikuttaa osingonmaksupolitiikka, jota kuvataan parametrimilla δ . Jos $\delta=0$, se tarkoittaa, että pääomakorvaus maksetaan aloitusvuoden oman pääoman määrän mukaan, jos $\delta=1$, niin osinkoa maksetaan sopeutetusti sen mukaan, kun kassassa on rahaa, kuitenkin enintään edellisen vaihtoehtoon verran. Jos pääomakorvaus on maksettava, niin sitä varten on joissain tapauksissa otettava lisää lainaa:

$$\begin{aligned}
 OLR(t) &= -\min \{0, \max \{0, KVEO(t)\} + [(1-\delta) \cdot KT^0(t) + \delta \cdot SKT(t)]\} \\
 VKV(t) &= KVEO(t) + OLR(t) + [(1-\delta) \cdot KT^0(t) + \delta \cdot SKT(t)]
 \end{aligned}$$

Ajatus on, että omistajataho ei sijoita lisää omaa pääomaa yhtiöön, vaan tarvittava lisärahoitus otetaan lainana.

Ennen talouden tunnuslukujen tarkastelua katsotaan vielä, miten lainapääoma kehittyy.

4.2 Lainadynamiikka

Lainan takaisinmaksuaika asetetaan vastaamaan lainalla hankittavan kohteen käyttöikää. Sen vuoksi lainanhoitolaskelma jakautuu kolmeen osaan. Ensimmäinen kattaa verkkoinvestoinnit, toinen lokaali-investoinnit (vaihtoehtoiset luotettavuuden tuottamisen menetelmät) ja kolmas osingon maksun. Laskennan rakenne on jokaisessa osassa sama, mutta laina-aika ja korkokanta ovat lainaspesifejä.

Tarkastelun alussa yhtiöllä saattaa olla korollista lainaa. Tällöin oletetaan, että lainan ikä vastaa verkon keski-ikää, eli jäljellä olevia lyhennysvuosia on pitoajan ja keski-ian erotuksen verran. Maksetun koron määrästä päätellään vanhojen lainojen korkotaso, joka säilyy, kunnes laina on maksettu.

Uudet lainat tarkoittavat lainoja, jotka yhtiö ottaa tarkasteluajanjakson kuluessa. Lainanotto etenee seuraavasti:

Lainat maksetaan pois tasapoistomenetelmällä. Lainat jakautuvat kolmeen koriin kohteen mukaan. Käyttäjän antaa korkotason lainatyypeittäin. Lainojen tilanne lasketaan seuraavasti yläkolmiomatriisin avulla, josta osa on nähtävissä seuraavassa taulukossa.

Taulukko 18. Lainanhoitodynamiikka. Rakenne on sama kaikille lainatyypeille.

Lainanottovuosi	Lyhennys	Tarkasteluvuodet t			
T		t=1	t=2	t=3	t=4
1	LY ₁	L ₁ (1)	L ₁ (2)	L ₁ (3)	L ₁ (4)
2	LY ₂		L ₂ (2)	L ₂ (3)	L ₂ (4)
3	LY ₃			L ₃ (3)	L ₃ (4)
4	LY ₄				L ₄ (4)
\	\	\	\	\	\
n	LY _n				
Lainapääoma yhteensä		L _{SUM} (1)	L _{SUM} (2)	L _{SUM} (3)	L _{SUM} (4)
Lyhennykset		LY _{SUM} (1)	LY _{SUM} (2)	LY _{SUM} (3)	LY _{SUM} (4)
Korkokulut	r	R(1)	R(2)	R(3)	R(4)

Tekijöiden tulkinta Taulukko 18:ssa on seuraava: $L_t(t)$ on laina, joka on otettu vuonna τ , ja sen jäljellä oleva määrä vuonna t . Aikaindeksiä merkitään t ($\{t=2016, \dots, t_f\}$), kun viitataan vaakasuuntaiseen aikaan. Pystysuunnassa käytetään merkintää τ . Lainan pitoaika on sama kuin sen käyttötarkoituksen. Eli verkkokomponenttien laina-aika on sama kuin verkon pitoaika, lokaalikomponenteille samoin. Osingonmaksuvelka lyhennetään 10 vuodessa (käyttäjän aseteltavissa). Lyhennyksen määrää vuodessa merkitään LY_{τ} , on $1/T_j$ osa lainapääomasta, jossa j viittaa lainan käyttömuotoon. Joka vuosi lainapääoma alenee lyhennyksen verran:

$$L_t(t) = \max\{0, L_t(t-1) - LY_t\}$$

Rivillä "Verkkolainapääoma yhteensä" lasketaan sarakesumma

$$L_{SUM}(t) = \sum_{t=2016}^{t_f} L_t(t)$$

Lainan lyhennys alkaa sen ottoa seuraavana vuonna. Lyhennysten määrä lasketaan summana yli "Lyhennys"-sarakkeen niiltä riveiltä, joilla lainapääoma vuonna $t > 0$.

$$LY_{SUM}(t) = \sum_{\tau} [LY_{\tau}(t) \cdot (L_{\tau}(t-1) > 0)]$$

Lainakorko säilyy saman yli ajan. Korkokulut lasketaan hetkellisen lainapääoman mukaan:

$$R(t) = r \cdot L_{SUM}(t)$$

Korollisen lainan määrä siirretään regulaatiomallin taseeseen ja vuotuiset korot ja lyhennykset kassavirtamalliin.

5. Talouden tunnusluvut

Yrityksen talouden tunnusluvut jaotellaan tyypillisesti kolmeen luokkaan. Ne ovat kannattavuus, vakavaraisuus ja maksuvalmius [Tunnuslukuopas, Alma Talent]. Tässä tarkastellaan tunnuslukuja kahdesta ensimmäisestä ryhmästä. Kannattavuutta seurataan suhteellisella lii- ketuloksella *Liiketulos_*%. Vakavaraisuutta kuvataan *lainojen hoitokatteella* ja prosentuaali- silla *nettorahoituskuluilla*.

Asiakkaan osaa kuvataan suhteellisella tariffilla, eli tarkastellaan suhteellista muutosta tar- kastelun alkuvuoden 2016 tarffiin, joka saa siis arvokseen 1. Tariffimuutokset määräytyvät tavoitellun regulaatiomallin mukaisen tilikauden nollatuloksen mukaan.

Liiketulos määritellään seuraavasti:

Liiketulos = Liikevaihto + liiketoiminnan muut tuotot (=vakio)
 – toimintakulut
 – poistot ja arvonalennukset

Sen perusteella lasketaan suhteellinen liiketulos:

$$\text{Liiketulos}_\% = \frac{\text{Liiketulos}}{\text{Liikevaihto}} * 100\%$$

Liiketuloksellaan yrityksen tulee kattaa mm. rahoituskulut, verot ja voitonjako, joten sen hy- vyys riippuu pitkälti sekä yrityksen velan- että oman pääoman määrästä. Mitä pääomavaltai- sempi yritys on, sitä korkeampi tulee liiketulosprosentin yleensä olla.

Rahoitustulos määritellään seuraavasti:

Rahoitustulos = *nettotulos* + poistot ja arvonalennukset,

ja kaavassa esiintyvä nettotulos lasketaan puolestaan seuraavasti:

Nettotulos = liiketulos - rahoituskulut - verot.

Suhteelliselle rahoitustulokselle voidaan silloin kirjoittaa yhtälö

$$\text{Rahoitustulos}_{\%} = \frac{\text{Rahoitustulos}}{\text{Liikevaihto}} \cdot 100\%$$

Rahoitustulos kuvaa, yrityksen kykyä suoriutua varsinaisen liiketoiminnan tuotoilla lainojen lyhennyksistä ja investointien omarahoituksesta. Sen avulla voidaan vastata kysymykseen, kuinka paljon yrityksen liiketoiminta tuottaa tulo-rahoitusta. Tätä ei kuitenkaan tuloksissa esitetä, mutta sen perusteella lasketaan lainanhoitokate seuraavasti:

$$\text{Lainanhoitokate} = \frac{\text{rahoitustulos} + \text{korkokulut}}{\text{korkokulut} + \text{lainanlyhennykset}}$$

Kun tunnusluvun arvo on yli 2 niin lainanhoitokyky on hyvä. Tunnusluvun arvo 1-2 tarkoittaa tyydyttävää lainanhoitokykyä, eli tulo-rahoitus riittää lainojen hoitoon. Kun tunnusluvun arvo on alle 1, niin lainanhoitoon ottamaan lisälainaa tai esim. realisoimaan omaisuutta.

Sijoitetun pääoman tuotto on yksi tärkeimmistä tilinpäätösanalyysin tunnusluvuista. Se lasketaan tässä seuraavasti

$$\text{ROI}_{\%} = \frac{\text{Liiketulos}}{\text{Oma pääoma} + \text{korollinen vieras pääoma}} \cdot 100\%$$

Yleisesti 15 % arvoja pidetään hyvänä, 5%-14% tulkitaan tyydyttäväksi ja alle 5% heikoksi.

Viimeinen tulosindikaattoreista tarkastelee suhteellisia rahoituskuluja. Nettorahoituskulut per käyttökate_%, NRK_%,

$$\text{NRK}_{\%} = \frac{\text{Nettorahoituskulut}}{\text{Käyttökate}} \cdot 100\%$$

Käyttökate saadaan liikevaihdosta vähentämällä siitä tuotannon muuttuvat kulut. Tämä tunnusluku kertoo, kuinka suuri osa yrityksen käyttökatteesta menee lainanantajille juoksevana rahoituskuluina. Käyttökatteella pitää kattaa rahoituskulujen lisäksi lainojen lyhennykset, verot sekä mahdolliset osingot. Sen vuoksi tunnusluvun arvo ei saa kasvaa liian suureksi. 30 % on käypä suurin arvo [Autio]. Sitä suuremmat arvot eivät ole hyväksyttäviä.